

tom 60

zeszyt 5

rok 2009

nr indeksu 369721

cena 12 zł (0% VAT)

# POSTĘPY FIZYKI

Dwumiesięcznik Polskiego Towarzystwa Fizycznego

**Rok Astronomii – konkurs**

**Poezja Horodeckiego**

**Piekara, Rotblat, Fabian**

**Filozofia w strunach**



ISSN 0032-5430





U góry: obraz olejny Karoliny Niedźwieckiej „Planety” – nagroda specjalna w konkursie „Odkryj swój Wszechświat”, u dołu: zajęcia z przedszkolakami z Przedszkola w Studzionce (fot. Marcin Rosmus i Jakub Bartas). O tych i innych imprezach Międzynarodowego Roku Astronomii 2009 piszą w tym zeszycie Bożena Czerny, Agnieszka Janiuk i Kamil Złoczewski.

RADA REDAKCYJNA

Andrzej Kajetan Wróblewski (przewodniczący), Mieczysław Budzyński, Andrzej Dobek, Witold Dobrowolski, Zofia Gołąb-Meyer, Adam Kiejna, Józef Szudy

REDAKTOR HONOROWY

Adam Sobiczewski

KOMITET REDAKCYJNY

Jerzy Warczewski (redaktor naczelny), Ewa Lipka (sekretarz redakcji), Mirosław Łukaszewski (redaktor techniczny), Magdalena Staszal

Adres Redakcji:

ul. Hoża 69, 00-681 Warszawa, e-mail: postepy@fuw.edu.pl, Internet: postepy.fuw.edu.pl

KORESPONDENCI ODDZIAŁÓW PTF

Maciej Piętka (Białystok), Aleksandra Wronkowska (Bydgoszcz), Wojciech Gruhn (Częstochowa), Tomasz Jarosław Wąsowicz (Gdańsk), Roman Bukowski (Gliwice), Beata Kozłowska (Katowice), Aldona Kubala-Kukuś (Kielce), Małgorzata Nowina Konopka (Kraków), Elżbieta Jartych (Lublin), Michał Szanecki (Łódź), Halina Pięta (Opole), Maria Połomska (Poznań), Małgorzata Pociask (Rzeszów), Małgorzata Kuzio (Stupsk), Janusz Typek (Szczecin), Winicjusz Drozdowski (Toruń), Aleksandra Miłosz (Warszawa), Bernard Jancewicz (Wrocław), Joanna Borgensztajn (Zielona Góra)

POLSKIE TOWARZYSTWO FIZYCZNE

ZARZĄD GŁÓWNY

Reinhard Kulessa (prezes), Jacek M. Baranowski (sekretarz generalny), Roman Puźniak (skarbnik), Przemysław Dereń, Mirosław Trociuk i Jerzy Warczewski (członkowie wykonawczy), Bolesław Augustyniak, Maria Dobkowska, Stanisław Dubiel, Henryk Figiel, Jacek Przemysław Goc, Zofia Gołąb-Meyer, Bernard Jancewicz i Ewa Kurek (członkowie)

Adres Zarządu:

ul. Hoża 69, 00-681 Warszawa, tel./fax: 022-6212668, e-mail: ptf@fuw.edu.pl, Internet: ptf.fuw.edu.pl

PRZEWODNICZĄCY ODDZIAŁÓW PTF

Eugeniusz Żukowski (Białystok), Stefan Kruszewski (Bydgoszcz), Józef Zbrozyczek (Częstochowa), Bolesław Augustyniak (Gdańsk), Bogusława Adamowicz (Gliwice), Wiktor Zipper (Katowice), Małgorzata Wysocka-Kunisz (Kielce), Stanisław Wróbel (Kraków), Jerzy Żuk (Lublin), Tadeusz Wibig (Łódź), Stanisław Waga (Opole), Roman Świetlik (Poznań), Małgorzata Klisowska (Rzeszów), Włodimir Tomlin (Stupsk), Mariusz P. Dąbrowski (Szczecin), Grzegorz Karwasz (Toruń), Mirosław Karpierz (Warszawa), Bernard Jancewicz (Wrocław), Marian Olszowy (Zielona Góra)

REDAKTORZY NACZELNI INNYCH CZASOPISM

WYDAWANYCH POD EGIDĄ PTF

Witold D. Dobrowolski – *Acta Physica Polonica A*, Kacper Zalewski – *Acta Physica Polonica B*, Andrzej Jamiołkowski – *Reports on Mathematical Physics*, Marek Kordos – *Delta*, Zofia Gołąb-Meyer – *Foton*, Zbigniew Wiśniewski (redaktor prowadzący) – *Fizyka w Szkole*

Czasopismo ukazuje się od 1949 r.

Wydawca: Polskie Towarzystwo Fizyczne

Dofinansowanie: Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Patronat: Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

Skład komputerowy w redakcji

Opracowanie okładki: Studio Graficzne etNova Piotr Zenda i Wspólnicy sp.j., tel.: 022-8735520, e-mail: etnova@etnova.pl

Druk i oprawa: „UNI-DRUK”, Warszawa, ul. Buńczuk 7b

ISSN 0032-5430

SPIS TREŚCI

B. Czerny, A. Janiuk, K. Złoczewski – Międzynarodowy Rok Astronomii 2009 .....	178
J. Warczewski – Ile jest fizyki w poezji i ile poezji w fizyce? .....	185
P. Millati – Fizyka i poezja w <i>Arrasie z Andromedy</i> Ryszarda Horodeckiego .....	186
A. Drozd-Rzoska, S.J. Rzoska – O wielkich odkryciach Arkadiusza Piekary, zjawiskach krytycznych i eksperymencie krzyżowym Francisa Bacona .....	190
M.C. Underwood – Józef Rotblat: jego życie i osiągnięcia .....	198
A. Rovenchak – Oskar Fabian, pierwszy kierownik katedry fizyki teoretycznej na Uniwersytecie Lwowskim .....	205
W.P. Grygiel – Filozofia w strunach .....	211
ZE ZJAZDÓW I KONFERENCJI .....	214
NOWI PROFESOROWIE .....	217
KRONIKA .....	218

*Drodzy Czytelnicy!*

*Zeszyt 5 Postępów przynosi pięć artykułów, jeden debiut oraz tradycyjne stałe rubryki. Napisany w związku z Międzynarodowym Rokiem Astronomii 2009 artykuł Bożeny Czerny et al. dotyczy popularyzacji astronomii i opisuje młodzieżowy konkurs astronomiczny urzeczywistniający tę popularyzację w najlepszy – jaki sobie można wyobrazić – sposób. Ryszard Horodecki światowej klasy specjalista w dziedzinie splątania kwantowego i informacji kwantowej, laureat Polskiego Nobla 2008, ale równocześnie znakomity poeta (uczeń Herberta), autor kilku tomików wierszy inspirowanych fizyką debiutuje na łamach Postępów swoim wierszem *Martwa Natura*. Bohaterami oddzielnych artykułów są trzej inni polscy, już nie żyjący fizycy: Oskar Fabian – pierwszy profesor fizyki matematycznej na Uniwersytecie Lwowskim (autor: Andrij Rovenchak), Józef Rotblat – wielki fizyk i laureat Pokojowej Nagrody Nobla łącznie z ruchem Pugwash (autor: Martin Underwood) oraz Arkadiusz Piekara, którego pewne idee doczekały się tu nowej interpretacji (autorzy: Aleksandra i Sylwester Rzoskowie). Wojciech P. Grygiel rozważa fizyczne podstawy teorii strun oraz jej filozoficzne, to jest metodologiczne, ontologiczne oraz epistemologiczne założenia.*

*Jerzy Warczewski*

*Na okładce:*

Rysunek Aleksandry Maj (8 lat) – pierwsza nagroda w konkursie „Odkryj swój Wszechświat”. Na IV stronie okładki – melanż prac nadesłanych z jednej klasy na ten sam konkurs.

# Międzynarodowy Rok Astronomii 2009: obchody międzynarodowe oraz inicjatywy lokalne Kilka luźnych uwag na temat popularyzacji astronomii

Bożena Czerny, Agnieszka Janiuk, Kamil Złoczewski

*Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN, Warszawa*

*Streszczenie:* Nasz esej porusza pewne problemy związane z Międzynarodowym Rokiem Astronomii 2009. Opisujemy dość szczegółowo ogólnopolski konkurs, ogłoszony z tej okazji przez Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN, czasopismo *Wiedza i Życie* i kilka innych organizacji. Traktujemy konkurs i ogłoszone wyniki jako pretekst do kilku przemyśleń na temat powszechnego podejścia do astronomii. Nakreślamy też inne przykładowe inicjatywy związane z popularyzacją astronomii i wspominamy o aspektach międzynarodowych, ale w żadnej mierze nie w sposób wyczerpujący.

---

International Year of Astronomy 2009: international events and local initiatives  
A few miscellaneous remarks on the subject of the popularization of astronomy

*Abstract:* In this open form article we discuss some issues related to the International Year of Astronomy 2009. We describe in detail the competition which was organized by the Polish Astronomical Society, Copernicus Astronomical Center, popular science magazine *Wiedza i Życie*, and several other organizations, with the aim to attract people to astronomy. We comment on the results of the competition and on the way how people commonly see astronomy. We locate this initiative at the broader background of other initiatives in Poland, and briefly comment on international activity related to IYA 2009.

---

Rok 2009 ma dla astronomii szczególne znaczenie. W tym roku przypada czterechsetna rocznica użycia przez Galileusza lunety do oglądania nieba. Jego obserwacje stanowiły przełom w metodach badania kosmosu i otworzyły szeroko drogę do jego poznania. Astronomia pozwoliła na sformułowanie pierwszych ogólnych praw fizyki (prawa ruchu planet) i do dziś stanowi najsilniejszy i najpiękniejszy dowód ich powszechności.

Międzynarodowy Rok Astronomii 2009 został ustanowiony decyzją UNESCO i Zgromadzenia Ogólnego ONZ. Ale żadna decyzja administracyjna sama z siebie nic nie daje, jeżeli za tym nie idą konkretne działania i ogólny entuzjazm społeczeństwa. Z działaniami i entuzjazmem z kolei jest trochę tak jak z lawiną – trzeba zwykle choćby niewielkiego impulsu, aby coś zaczęło się dziać.

Na poziomie międzynarodowym takim zapałnikiem do masowego zainteresowania astronomią miała być produkcja małych i tanich lunetek astronomicznych do kupienia przez każdego, które pozwoliłyby na powtórzenie obserwacji Galileusza. Każdy zatem mógłby wreszcie zobaczyć księżyc Jowisza, kratery na Księżycu i fazy Wenus, stanowiące dowód poprawności teorii Kopernika. Pomysł, rzucony przez Międzynarodową Unię Astronomiczną, nie miał jednak łatwej drogi do realizacji. Początkowa szczytna idea produkcji Galileoskopów (bo tak

nazwano te lunetki), w cenie dwa–pięć dolarów za sztukę, okazała się nierealistyczna. Wreszcie produkt powstał – pomysł konstrukcji opracowano w USA, a produkcja (ruszyła w maju) odbywa się oczywiście w Chinach. Pierwsze Galileoskopy zaczęły się już pojawiać, także w Polsce. Kosztują co prawda nie tak mało, bo około stu złotych, ale mają bardzo dobry układ optyczny, można je wielokrotnie składać i rozkładać demonstrując działanie, a także można ich używać, w formie rozłożonej, do szkolnych pokazów zjawisk z dziedziny optyki. Jest to zatem świetne urządzenie i pozostaje mieć nadzieję, że trafi do wielu szkół, kół zainteresowań czy nawet osób prywatnych. Czym innym jest poczytać o Galileuszu w Internecie, a czym innym naprawdę samemu popatrzeć na niebo.

Działań na poziomie ogólnoswiatowym jest więcej (Galileoskop to jedno z 12 oficjalnych kluczowych przedsięwzięć), ale gros aktywności z natury rzeczy ma charakter lokalny. Liczba krajów, które zaangażowały się w obchody jest imponująca – 145 krajów ma własne komitety obchodów, odpowiednie strony internetowe i tak dalej. Polecamy spojrzenie na mapkę świata, zamieszczoną na oficjalnej stronie Międzynarodowego Roku Astronomii – [www.astronomy2009.org/organisation/nodes/national/](http://www.astronomy2009.org/organisation/nodes/national/) – jest budująca, ale jednocześnie i smutna. Europa prawie nie ma białych plam (jedynym nieaktywnym kra-

jem jest Czarnogóra), podobnie jak obie Ameryki i Azja, ale Afryka wygląda niemal jak jedna wielka biała plama. Kraje afrykańskie, w których astronomia rozwija się intensywnie, i w których znajdują się duże obserwatoria astronomiczne, czyli Republika Południowej Afryki (teleskopy optyczne, m.in. SALT, w którym ma udział także Polska) i Namibia (obserwatorium promieniowania gamma HESS, Polska jest też czynnym uczestnikiem projektu) oczywiście biorą udział w obchodach, ale nie zmienia to faktu, że kontynent ten jako całość wygląda na mapie obchodów jak inny świat. . .

Polska oczywiście ma swój komitet, a aktywny udział w pracach bierze Polskie Towarzystwo Astronomiczne. W dość szerokim gronie mieliśmy sporo dyskusji na temat, jak promować astronomię w Polsce i co zorganizować na podkreślenie tego szczególnego roku. Zaplanowano ważne akcje – zaszczyt oficjalnego otwarcia Międzynarodowego Roku Astronomii w Polsce przypadł Toruniowi (m.in. odsłonięto pomnik planetoidy, o nowo nadanej nazwie „Toruń”), oficjalnym zakończeniem będzie specjalna konferencja naukowa w Warszawie, jesienią odbędzie się uroczysty Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Co prawda popularyzacja astronomii w Polsce również na co dzień stoi całkiem dobrze. Wiele instytucji prowadzi regularne cykle wykładów popularnych, a Polska jest bardzo aktywna w międzynarodowych projektach popularyzatorskich, takich jak Hands on Universe (dzięki aktywności prof. Lecha Mankiewicza). Ale oczywiście trzeba było zaproponować coś więcej.



Rys. 1. Polska inauguracja Międzynarodowego Roku Astronomii w Toruniu – odsłonięcie pomnika planetoidy 12999 Toruń, odkrytej przez Edwarda Bowella. Rzeźba autorstwa Karoliny Kaczor-Paczkowskiej została odsłonięta 19 lutego 2009, w dniu urodzin Mikołaja Kopernika.

Dwie z nas (to znaczy Agnieszka Janiuk i Bożena Czerny) wymyśliły – i wdrożyły przy pomocy naszych przyjaciół – dwa ogólnopolskie konkursy. Przeznaczone były one przede wszystkim dla dzieci i młodzieży, choć nie

tylko, a miały na celu pobudzenie zainteresowania naszą dziedziną, realizowanego w formie aktywności umysłowej i twórczej.

Pierwszy z konkursów to seria zadań rachunkowych z astronomii publikowanych w czasopiśmie *Delta*. W piśmie tym ponadto, z okazji roku 2009, publikujemy specjalny cykl krótkich artykułów naszego autorstwa pt. „Kosmiczna Linijka”, pokazujących ciekawe obiekty w kosmosie. *Delta* jest pismem założonym przez matematyków, ale prawie od początku swego istnienia miała także dział astronomiczny. Prezentuje on jednak wyłącznie artykuły o tej tematyce, oraz zadania z olimpiad astronomicznych, choć tradycją pisma było publikowanie zadań matematycznych i fizycznych o średnim poziomie trudności. Krótkie i proste (w naszym przekonaniu) zadania astronomiczne – to miało być coś nowego. Kolejne zadania publikowane są po dwa w każdym kolejnym zeszycie od stycznia 2009 do końca roku, a rozstrzygnięcie konkursu nastąpi w lutym 2010. O tym konkursie niewiele więc na razie możemy napisać – no może tyle, że zadania przez nas uważane za łatwe zostały chyba przez czytelników odebrane jako trudne, odpowiedzi jest mało i strach pomyśleć, co będzie, jak dojdziemy pod koniec roku do tych, które nawet my uważaliśmy za trudne. Z kolei zadania z pierwszych numerów, rzeczywiście łatwe, na które nadchodziło stosunkowo sporo odpowiedzi, przez kolegów z redakcji zostały uznane za zbyt trywialne. Nieliczne poprawne rozwiązania nadchodzą do nas obecnie pocztą po każdym numerze, jest kilku wytrwałych zawodników, którzy są już faworytami naszego konkursu i nagrody zostaną przyznane. Ale w sumie to chyba nikt nie chce zadań i cykl nie będzie kontynuowany w kolejnych latach. Cóż, astronomia ma najwyraźniej urok przede wszystkim wtedy, gdy patrzy się na nią okiem humanisty. Piękne niebo, piękne zdjęcia kosmosu. . . ewentualnie rysunek gwiazdozbioru. Czasami studenci wybierają astronomię jako przedmiot studiów, będąc pod urokiem jej piękna, a potem padają pod ciężarem wstępu do fizyki i analizy matematycznej. A w rzeczywistości astronomia jest i tym, i tym – ciekawe rzeczy, a nawet odkrycia można robić bez dużego matematycznego przygotowania, tylko z samego patrzenia w niebo (ale wtedy trzeba wiedzieć, na co patrzeć), ale większość odkryć wymaga rozumienia fizyki oraz czasem zaawansowanego aparatu matematycznego, nawet do analizy samych obserwacji. Dlatego przygotowanie fizyczno-matematyczne jest w astronomii generalnie bardzo ważne.

W popularyzacji astronomii idzie się jednak na ogół tą łatwiejszą ścieżką, pokazując piękno bez męczenia ludzi nieszczęsnymi wzorami. Nasz drugi konkurs był właśnie taki: zadaniem było przygotować coś, co miało jakiś związek z astronomią. Nie było ograniczeń formalnych poza jednym, żeby nie było to typowe wypracowanie, ale twórcze, oryginalne dzieło. Konkurs nazwaliśmy po prostu „Odkryj swój Wszechświat”, które to hasło jest hasłem całego Międzynarodowego Roku Astronomii.

Konkurs został ogłoszony na polskiej stronie MRA 2009, w czasopiśmie *Wiedza i Życie*, a także na portalu internetowym [www.czasdzieci.pl](http://www.czasdzieci.pl). Ponadto, informa-

cję o konkursie rozesłaliśmy do kuratorów w całej Polsce z prośbą o przekazanie jej do szkół i uczniów. Współorganizatorami konkursu było kilka instytucji: Polskie Towarzystwo Astronomiczne, Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika Polskiej Akademii Nauk w Warszawie, Młodzieżowy Ośrodek Astronomiczny w Niepołomicach oraz *Wiedza i Życie*. Termin nadsyłania prac już minął, a konkurs został oficjalnie rozstrzygnięty przez Jury w sześcioosobowym składzie (autorzy niniejszego artykułu oraz Andrzej Niedzielski z Torunia, Grzegorz Sęk z Niepołomic i Weronika Śliwa, reprezentująca redakcję *WiŻ*).

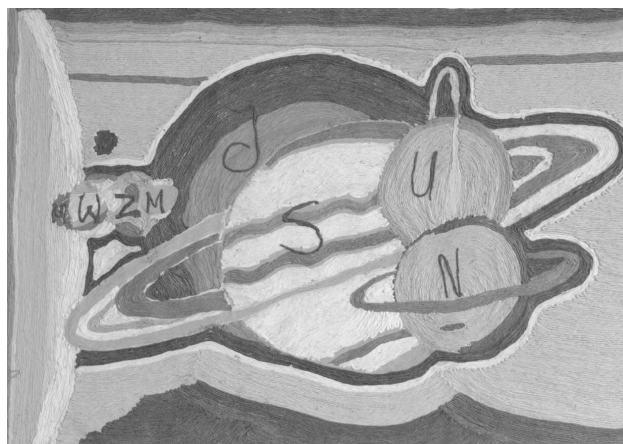
Konkurs cieszył się dużym powodzeniem. Nadesłano łącznie 337 prac; i były to fotografie i obserwacje astronomiczne (12), programy komputerowe (2), prezentacje komputerowe (47), urządzenia (6), prace malarskie i plastyczne (225), rzeźby (11), grafika komputerowa (27) i prace literackie (7). Wiek uczestników zawierał się w bardzo szerokim przedziale, od 4 do 40 lat. Prac było tak dużo, że z konieczności ocena była dwustopniowa. Lokalna połowa składu Jury, czyli autorzy niniejszego artykułu, przez ponad tydzień oglądali i segregowali wszystkie prace (w szczególności prezentacje komputerowe zajęły nam sporo czasu), a następnie wyłonili najciekawsze z nich. Zostały one następnie ocenione w czasie jednodzielnego posiedzenia Jury w pełnym składzie. Prac było naprawdę mnóstwo, rysunki mieniły się kolorami, a prezentacje komputerowe roły się od efektów specjalnych. Wyobraźnia uczestników zaowocowała zaprojektowaniem urządzeń astronomicznych, od modelu Układu Słonecznego z baloników, aż po czujnik UFO. Dzieła literackie nie były nudnymi „referatami”, dostaliśmy wiersze, poematy, bajki, limeryki...



Rys. 2. Jury w trakcie oficjalnych obrad; niestety, nie wszystkich widać na zdjęciu, tylko lokalny „trzon” (fot. Grzegorz Sęk)

Biorąc pod uwagę wartość merytoryczną, artystyczną prac oraz wiek uczestników, Jury oceniło ogólny poziom nadesłanych prac jako wysoki, a poziom konkursu jako wyrównany. Efektem tego było przyznanie nagród

we wszystkich kategoriach, nagród specjalnych oraz wyróżnień w liczbie większej niż planowano w regulaminie. Pierwsze nagrody w obu kategoriach były przyznane dwóm pracom *ex aequo*, a wyróżnień było o połowę więcej niż planowano, w związku z czym Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach zorganizuje nie jeden, ale dwa „Pikniki pod Gwiazdami”, które są jedną z głównych nagród.



Rys. 3. Praca wykonana techniką naklejania nici (Martyna Gawlak, 11 lat) – wyróżnienie I stopnia



Rys. 4. Galeria rzeźb (tworzywo różnorodne, prace nadesłane z jednej ze szkół w Bytomiu, op. p. Jadwiga Gilner)

Prace podzielone były na dwie kategorie wiekowe – dzieci do lat 12 i kategoria otwarta powyżej 12 lat. Tak było zapisane w regulaminie przed ogłoszeniem konkursu, bo wcześniej sporo się nad tym podziałem zastanawialiśmy. Z jednej strony nie było wiadomo, ile prac otrzymamy, więc wprowadzenie sztywnej większej liczby kategorii wiekowych utrudniałoby właściwe nagradzanie, lecz z drugiej strony, przy takim podziale, czy można porównywać dziecko w wieku 13 lat i dorosłego, albo 19-latkę? Staraliśmy się to zrobić możliwie najlepiej. Zresztą, jak się okazało, wiek uczestników zasadniczo nie był aż tak

różnorodny, znakomita większość prac przysłała od autorów w wieku szkolnym, od 7 do 18 lat. Nie zrobiliśmy jeszcze specjalnej statystyki wszystkich uczestników, ale wśród tych kilkudziesięciu wyróżnionych były tylko dwie prace dzieci młodszych (przedszkolaki 4 i 6 lat), oraz pięć prac osób starszych niż maturzyści. Podobne proporcje, o ile pamiętamy, były wśród wszystkich nadesłanych prac.



Rys. 5. Kopernik inaczej (Krzysztof Suski) – wyróżnienie I stopnia



Rys. 6. Makatka „Wymarzona podróż”, wykonana z różnych tkanin przez uczennice technikum odzieżowego (Justyna Szuła, Magdalena Starzyńska, Klaudia Kowalczyk, Ewelina Musiolik, Patrycja Jarosz) – wyróżnienie I stopnia

Zdobywcą Grand Prix konkursu został 19-letni Tomasz Gołombek z Tczewa za pracę obserwacyjno-fotograficzną. Nagrodą jest zaproszenie do Torunia i wykonanie, pod okiem pracowników Centrum Astronomicznego Uni-

wersytetu Mikołaja Kopernika, zaplanowanych przez siebie, wymarzonych obserwacji przy pomocy toruńskiego teleskopu (apertura 90 cm). Zaprezentowana przez laureata praca była niebanalna. Zawierała opis zmagania autora z otoczeniem, które mu uświadamiało, że aby móc zrobić fotografie nieba trzeba mieć przede wszystkim dobry sprzęt, zaś autor dysponował tylko lornetką i komórką (tak, zamiast aparatu fotograficznego używał zwykłego telefonu z opcją fotografowania!), a także niebywałe rezultaty (czyli właśnie zdjęcia), jakie udało mu się osiągnąć przy tak ograniczonej technice. Sama praca, a także determinacja autora ogromnie nam zaimponowały.

Wśród dzieci laureatami pierwszych trzech miejsc zostali: Aleksandra Maj (8 lat) za przepiękną i bardzo dojrzałą jak na taki wiek pracę malarską, Dawid Ciszewski (11 lat) za raport obserwacyjny (dwutygodniowy cykl obserwacji wizualnych, ze starannym i bardzo samodzielnym opisem warunków), Weronika Cichy (8 lat) za ujmujący i piękny album plastyczno-fotograficzno-poetycki, oraz Jakub Pawłowski (11 lat) za prezentację komputerową na temat Księżyca, w której podkład muzyczny skomponował wspólnie z siostrą. Dwie pierwsze osoby zajęły ex aequo pierwsze miejsce.

Po dyskusjach, laureatami konkursu w grupie starszej zostali: Magdalena Krzywicka (program komputerowy typu encyklopedia interaktywna, napisany w języku Delphi), Natalia Ziomek (bardzo bogata praca fotograficzno-plastyczna, w formie artystycznego portfolio), Piotr Łopatka (fotografie tarczy Słońca, wykonane kamerą CCD i 10-cm teleskopem) oraz Patryk Lewandowski (program komputerowy wyliczający odległości w kosmosie i prędkości pojazdów kosmicznych). Również w tej kategorii dwie panie zajęły ex aequo pierwsze miejsce.

Wśród prac grupy starszej oczarował nas obraz olejny pt. „Planety”, wykonany przez panią Karolinę Niedźwiecką. Ponieważ jest to praca zupełnie profesjonalna, wykonana przez dojrzałą artystkę, postanowiliśmy utworzyć dla niej osobną kategorię pt. nagroda specjalna. Laureatami drugiej nagrody specjalnej są Jacek i Dorota Kuprasowie za opracowanie edukacyjnej astronomicznej gry planszowej typu quiz o Galileuszu.

Ale dlaczego większość twórców to dzieci/młodzież w wieku szkolnym? Tu dochodzimy do pierwszej, bezpośredniej przyczyny tego zjawiska. Znakomita większość prac nadeszła ze szkół lub z osiedlowych kół zajęć pozaszkolnych! Czasami krytykuje się polską edukację, szkoły z nisko opłacanymi i niechętnymi do wysiłku nauczycielami, ale to jednak nauczyciele zainteresowali się naszym konkursem, zauważyli, że lekcja astronomii w formie wykonania pracy konkursowej ma większy walor edukacyjny niż lekcja w formie suchego wykładu-pogadanki, na której połowa klasy nie uważa. Nauczyciele zachęcili dzieci do pracy, zadbali o zapakowanie i wysłanie prac. Nadchodzące prace często były wynikiem selekcji dokonanej już w szkole (przychodziła jedna czy dwie prace w kopercie, wysyłane przez szkołę, często opatrzone też nazwiskiem nauczyciela prowadzącego), choć dostawaliśmy również paczki zawierające wszystkie prace uczniów z danej klasy.

Natomiast prac zainspirowanych przez rodziców, czy po prostu przez samego uczestnika, wysłanych z prywatnego adresu nadawcy, było stosunkowo mało. Co prawda pismo *Wiedza i Życie* dociera do sporego grona odbiorców, ale najwyraźniej nie są oni aż tak aktywni, albo nie mają zacięcia sportowego na tyle, aby wziąć udział w konkursie.

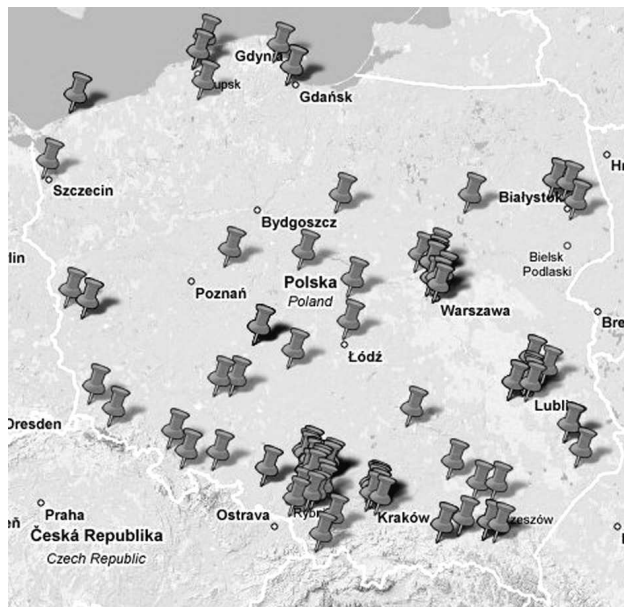
Nie wiemy, jak to jest typowo z konkursami, nigdy w naszym gronie nie organizowaliśmy czegoś na taką skalę. Od redaktorów *Delty* wiemy, że listów z rozwiązaniami zadań matematycznych nadchodzi co miesiąc nawet sporo, ale z zadaniami z fizyki jest już dużo gorzej. Czy dużo więcej ludzi wysyła rozwiązania krzyżówek do pism? Czy zadanie fizyczne, rachunkowo proste (poporcja), a za to wymagające zaawansowanej wiedzy, odstrasza swym poziomem? Czy rachunkowe zadanie astronomiczne przerosło siły statystycznego Polaka? A może statystyczny Polak ma wstręt do egzaminów? Konkurs jest swego rodzaju egzaminem – nie każdy przecież dostaje nagrodę, czy nawet najniższego stopnia wyróżnienie. Socjologowie znają pewnie odpowiedź na to pytanie. Możemy tylko intuicyjnie podejrzewać, że właśnie ten drugi efekt może być ważny.

Parę lat temu, w ramach dni otwartych w Centrum Astronomicznym, jedno z nas (B. Czerny) pokazywało przygotowaną przez siebie (wspólnie z synem) grę astronomiczną typu quiz. Komputer wyświetlał coraz trudniejsze pytania w miarę przechodzenia do kolejnego etapu, odpowiedzi wybierało się z czterech możliwych, tak jak w telewizyjnych *Milionerach*, a na danym poziomie trudności pytania pojawiały się losowo z przygotowanego wcześniej zbioru. Osób przychodzących na wykłady było bardzo dużo, tłum ogromny, ledwo mieszczący się (a czasami i nie mieszczący) w salach. Ale nie udało się namówić żadnego dorosłego, a nawet młodzieży, do udziału w quizie. Zainteresowały się tylko małe dzieci, poniżej 10-ciu lat. Te radośnie podeszły do zabawy. Co prawda te najtrudniejsze pytania były dla nich za trudne, ale pytania po pewnym czasie zaczęły się powtarzać i wspólnie grająca spora grupa dzieci po kilku próbach dochodziła potem już w komplecie do zwycięstwa! Bardzo cieszyły się z uzyskanych dyplomów.

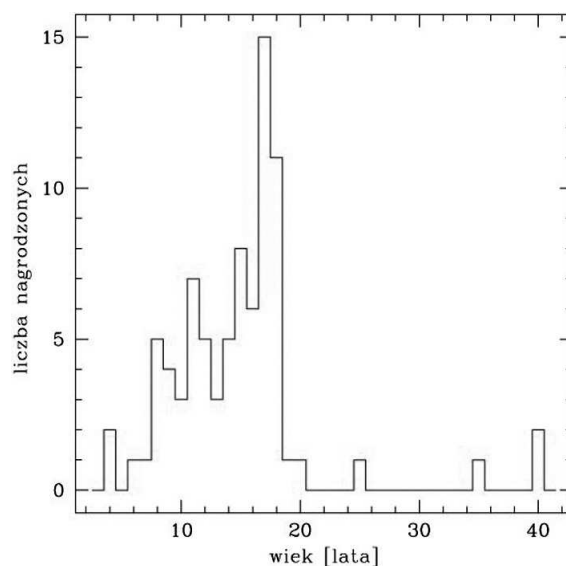
Inną grupą, na której „testowaliśmy” powodzenie quizu, była wycieczka dzieci z domu dziecka, dla której odwiedziły w CAMK i spotkanie z astronomem było jedną z niewielu bezpłatnych atrakcji w stolicy. Ponieważ dzieci te wcześniej prawdopodobnie niewiele miały do czynienia z astronomią, konkurs został poprzedzony krótką prelekcją (A. Janiuk), podczas której podane zostały wszystkie odpowiedzi na zadawane potem w quizie pytania. W tym sensie było to po prostu sprawdzenie, ile dzieci zapamiętały. Okazało się, że dzieci przyjęły konkurs bardzo dobrze, zgłaszały się na wyścigi aby zostać „zawodnikiem w *Milionerach*”, i odpowiadały zaskakująco poprawnie na większość pytań – wszyscy dostali od nas dyplomy i słodycze w nagrodę.

Wracając do konkursu „Odkryj Swoj Wszechswiat”, to uroczyste wręczenie nagród laureatom pierwszych trzech miejsc w obu kategoriach wiekowych odbędzie się

w trakcie uroczystego otwarcia Zjazdu Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, w Krakowie. Prace nagrodzone i wyróżnione zostaną wyeksponowane w czasie Zjazdu PTA, w ośrodku MOA w Niepołomicach, a następnie wystawa pojedzie do kilku miast w Polsce.



Rys. 7. Rozkład przestrzenny uczestników konkursu „Odkryj swój Wszechswiat”: zaznaczone są wszystkie miejscowości, z których nadesłano do nas prace konkursowe



Rys. 8. Rozkład wiekowy uczestników konkursu „Odkryj swój Wszechswiat”. Na wykresie umieściliśmy tylko autorów prac nagrodzonych i wyróżnionych, jednak rozkład wszystkich uczestników jest podobny, z wyjątkiem punktów skrajnych na osi x.

Laureaci oraz zdobywcy wyróżnień 1 stopnia zostaną (w dwóch turach) zaproszeni do Niepołomic na piknik,



podczas którego będą mogli poobserwować niebo i wziąć udział w różnorodnych zajęciach edukacyjnych.

Nagrodami w konkursie są dodatkowo nagrody rzeczowe i z tym był spory kłopot. Planując obchody w ubiegłym roku nie przewidzieliśmy głębokiej recesji, kryzysu gospodarczego itp. Niespodziewanie, znalezienie paru tysięcy złotych na książki urosło do rangi dużego problemu. *Wiedza i Życie* dała co prawda kilkanaście książek z serii wydawniczej Prószyński i S-ka, oraz kilkanaście kompletów czasopism, w tym część zeszlorocznych, ale to nie nadawało się ani na nagrody główne, ani na wyróżnienia dla młodszych dzieci. Na szczęście część laureatów dojedzie odebrać nagrody do Krakowa na koszt własny, pozostałym koszt pokryje jakoś PTA, kupno paru albumów, pewnej ilości książek i kredek, a także teleskopów typu Galileoskop, sfinansował CAMK. Nad resztą jeszcze pracujemy szukając sponsorów.

Oczywiście nasze konkursy to nie jedyna inicjatywa z okazji Międzynarodowego Roku Astronomii. Są liczne regionalne konkursy, wystawy (ich niepełny spis można znaleźć na stronie [www.astronomia2009.pl/1/](http://www.astronomia2009.pl/1/)). Aktywność większa jest tam, gdzie działa ktoś energiczny, tak jak dr hab. Maciej Mikołajewski w Toruniu czy dr Waldemar Ogłóża w Krakowie. Jest też seria monet wydana przez Mennicę, kartka pocztowa wydana przez Poczta Polska (ale trudno ją kupić...).

Warte podkreślenia są liczne oddolne inicjatywy miłośników astronomii, dla których motorem napędowym tych działań są obecnie przede wszystkim internetowe fora astronomiczne (np. astro4u, Astro-Forum). Fora te służą zazwyczaj do wymiany doświadczeń i informacji w zakresie obserwacji zjawisk na niebie, astrofotografii, doskonalenia zaplecza sprzętowego astroamatorów itp. W specjalnie wydzielonych działach poświęconych MRA 2009 można znaleźć informację m.in. o opisanych poniżej inicjatywach, ale także o wielu innych pomniejszych działaniach.

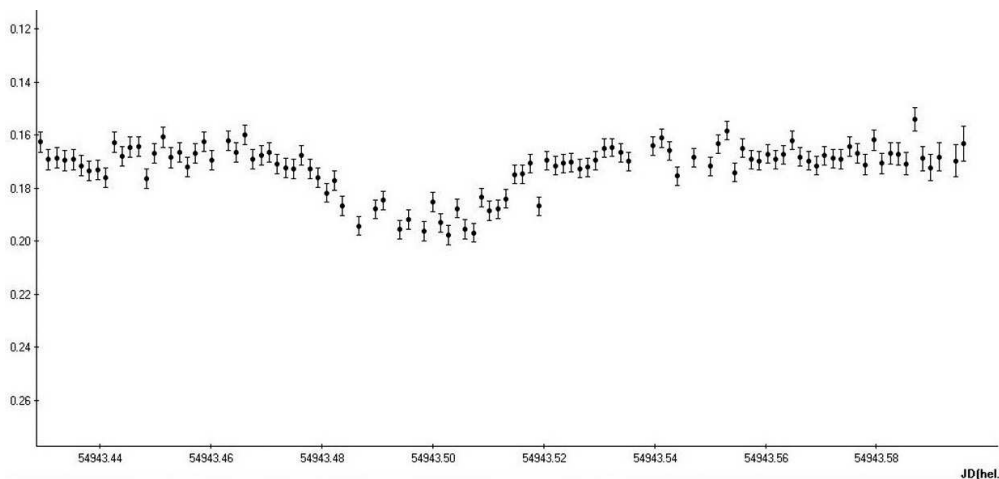
Wyróżniającym tematem poruszonym przez miłośników, jest dotyczący ich bezpośrednio problem zanieczyszczenia nieba światłem. Ponadto jest to jedno z kluczowych działań ogólnoswiatowych MRA 2009. W dyskusji na ten temat poruszana jest głównie kwestia oszczędności jaką można poczynić dzięki zastosowaniu odpowiednich opraw oświetleniowych, źródeł światła czy wyłączeniu światła ulicznego w godzinach najmniejszej aktywności człowieka. Przykładem pozytywnych osiągnięć może być historia użytkownika „ryszardo”, który przekonał sąsiadów do „dobrego dla nieba” oświetlenia. Co więcej okazało się, że mieszkańcy tego osiedla są świadomi oszczędności, a także podniesienia komfortu snu poprzez redukcję ilości światła wpadającego w ich okna. „Ryszardo” podjął działania formalne u władz lokalnych i po pół roku oświetlenie zostało wymienione na mniej zanieczyszczające niebo. To podkreśla, jak ważne są działania pojedynczych osób w małych społecznościach. Innym owocem dyskusji na forum jest krótkometrażowy film pt. „Błask Nocny” (autor Kuba Jędrzejewski), którego tematem przewodnim jest problem zanieczyszczenia światłem (do obejrzenia pod adresem [www.vimeo.com/3747213](http://www.vimeo.com/3747213)).

Jak do tej pory w niewielu miejscach w Polsce podjęto kompleksowe działania w celu uzyskania oszczędności energii poprzez odpowiednie oświetlenie (pozytywnymi przykładami są np. Sopotnia Wielka i Palowice w woj. śląskim; „inteligentne” oświetlenie ul. Głogowskiej w Poznaniu czy parkingu szpitala w Kaliszu). W odczuciu wielu miłośników jedynie nakaz ustawy stosowania odpowiedniego oświetlenia, wyznaczenia stref ochronnych wokół zgłaszanych obserwatoriów (zarówno tych uczelnianych jak i prywatnych) oraz uwrażliwienie społeczeństwa poprzez akcję edukacyjną może w znaczący sposób poprawić jakość życia Polaków... nie tylko tych obserwujących niebo.

Nie lada sztuką jest przekazanie treści astronomicznych w wieku przedszkolnym. Takie przedsięwzięcie podjęła grupa z „Pszczynskiego Klubu Astronomicznego – Altair im. J. Heweliusza”. Odwiedzili oni Przedszkole Publiczne nr 14 w Studzionce. Już sam teleskop zainteresował najmłodsze dzieci, nawet mimo to, że przeprowadzono (ze względu na pochmurną pogodę) tylko obserwacje obiektów naziemnych. Dzieciaki w wieku od 3 lat łączyły kolejno ponumerowane kropki, z których powstawały kształty gwiazdozbiorów Lwa, Jednorozca czy Bliźniąt (wzajemne położenia gwiazd zostały zmienione tak, aby można było dostrzec te postacie). Następną zabawą był model Układu Słonecznego, gdzie rolę planety mógł odegrać każdy z maluchów. Na koniec przedszkolaki miały za zadanie pomalowanie kul z masy papierowej. W ten sposób powstało kilka modeli różnokolorowych planet.

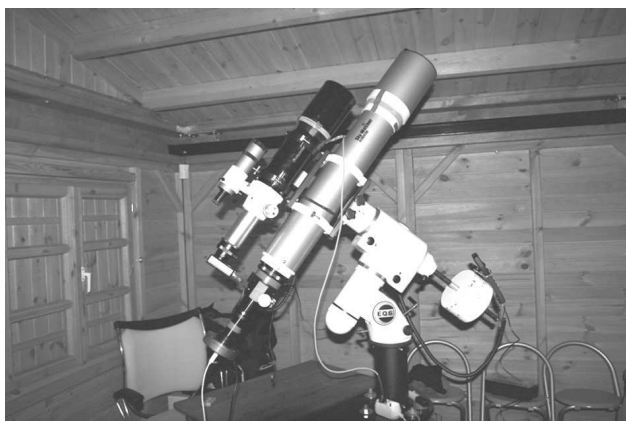
Stricte obserwacyjny, miłośniczy – pomysłodawcą jest Marcin Wardak – projekt MRA 2009 dotyczy amatorskich obserwacji planet pozasłonecznych. Okazało się, iż już przy użyciu teleskopu o średnicy klasy 11 cm, na odpowiednim montażu i wyposażonego w kamerę CCD z niższej półki cenowej można dokonać fotometrycznej rejestracji tranzytu (przejścia) planety pozasłonecznej przed tarczą gwiazdy macierzystej. W ten sposób polscy miłośnicy odkryli „na nowo” planety w układach: XO-2b, XO-3b, HAT-P3b, TrES-3b i WASP-14b. Poza samą radością dostrzeżenia egzoplanet, ważnym elementem projektu jest podnoszenie przez miłośników swojej wiedzy oraz umiejętności, np. poprzez przygotowanie efemeryd i map obiektów, poprawne przeprowadzenie obserwacji, wstępną redukcję danych fotometrycznych, fotometrię aperturową gwiazd, przedstawianie wyników obserwacji w postaci wykresów oraz natury obserwowanych układów.

Kolejnym działaniem jest całoroczny internetowy konkurs astronomiczny „Per aspera ad astra” prowadzony przez miłośników dla miłośników. Organizatorem jest Robert Bodzoń, a miejscem zadawania pytań są internetowe fora astronomiczne. Konkurs rozgrywany jest w 20 kolejkach, zazwyczaj co dwa tygodnie, w każdej jest po 5 krótkich pytań dotyczących: historii astronomii, budowy Wszechświata, zjawisk astronomicznych oraz misji kosmicznych. W sumie w każdej kolejce zadawanych jest po 20 pytań, co daje ich w sumie 400. Punkty przyznawane są zarówno za poprawność odpowiedzi jak i szybkość ich podania. Na koniec sierpnia rozegrano 13 kolejek, w któ-



Rys. 9. Fotometryczna krzywa tranzytu planety TrES-3b zaobserwowanego przez Marcina Wardaka

rych regularnie uczestniczyło 30 osób. Laureaci konkursu otrzymają nagrody rzeczowe przyznane przez samych miłośników astronomii, np. dobrej klasy refraktor, pozycje książkowe o tematyce astronomicznej i astronautycznej.



Rys. 10. Teleskop, którym Marcin Wardak obserwuje tranzyty planetarne (fot. M. Wardak)

Najlepiej trafiającą formą popularyzacji astronomii są oczywiście publiczne pokazy nieba. Wiele z nich miało miejsce na początku kwietnia podczas „100 godzin astronomii”, np. w Warszawie pokaz organizowało Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii na Placu Zamkowym. W mniejszych miejscowościach pokazy są domeną lokalnych klubów i pojedynczych pasjonatów nieba. Pokazy organizowano m.in. w Bukowcu, Brodnicy, Dąbrowie Górniczej, Fromborku, Lęborku, Niepołomicach, Siedlcach, Słupsku, Twardogórze i zapewne w wielu innych miejscach. Oprócz pokazów nieba, można przybliżać nieboskłon poprzez fotografie. W tej materii polscy miłośnicy

mają spore doświadczenie. W corocznym konkursie astro-fotograficznym na stronie Astro-Forum wybierane są najpiękniejsze zdjęcia nocnego nieba. Wybrane prace zgłoszone do konkursu w 2008 roku zostały wyróżnione nagrodami. Ponadto część z nich jest prezentowana na otwartej wystawie „Bliżej gwiazd”, która w okresie letnim gościła w Szczecinie.



Rys. 11. Pokaz nieba podczas „100 godzin astronomii” na Placu Zamkowym w Warszawie (fot. Karol Wójcicki)

Przedstawione powyżej przedsięwzięcia stanowią jedynie wybrany fragment działalności miłośników astronomii. Zapewne spotkań, pokazów, projektów jest o wiele więcej. Kontynuowane są spotkania miłośników astronomii – oczywiście pod hasłem MRA 2009 – np. Radocyna – Bliżej Gwiazd, Star Party – Jodłów, XII OZMA we Fromborku itd.

Na ostateczne podsumowanie obchodów przyjdzie jeszcze czas – po zakończeniu jubileuszowego roku.

# Ile jest fizyki w poezji i ile poezji w fizyce?

*Streszczenie:* Tekst stanowi wprowadzenie do publikacji poezji Ryszarda Horodeckiego fizyka i poety.

---

How much physics is there in poetry and how much poetry in physics?

*Abstract:* The text makes the introduction to the publication of poetry by Ryszard Horodecki physicist and poet.

---

Na to pytanie umie odpowiedzieć jak mało kto Ryszard Horodecki fizyk, laureat Polskiego Nobla 2008 i zarazem poeta, autor tomów wierszy, w tym ostatnio wydanych przez Wydawnictwo „Marpres” Gdańsk 2009 po polsku i po angielsku dwóch tomów „Sum ergo cogito Impresje poetyckie Poetic Impressions” i „Arras z Andromedy (Studium kondycji) The Andromeda Arras (A Study of Condition)”. Autorką kongenialnego z oryginałem tłumaczenia angielskiego jest Pani dr Jean Ward (Instytut Anglistyki, Uniwersytet Gdański, ul. Wita Stwosza 55, 80-952 Gdańsk). Postanowiliśmy przedstawić Państwu wybór tych wierszy drukując je w obu wersjach językowych w kolejnych zeszytach Postępów Fizyki. Na wstępie tego cyklu przedstawiamy krótki essay „Fizyka i poezja w *Arrasie* z *Andromedy* Ryszarda Horodeckiego”, którego autorem jest dr Piotr Millati (Instytut Filologii Polskiej, Uniwersytet Gdański, ul. Wita Stwosza 55, 80-952 Gdańsk). W niniejszym numerze przedstawimy wiersz „Martwa Natura” („Still Life”) (patrz tom „Sum ergo cogito Impresje poetyckie Poetic Impressions”). Ten wiersz ma już swoją historię, odczytał go mianowicie w języku angielskim prof. David Di Vincenzo 9 maja 2003 roku na Sympozjum z okazji 60-tej rocznicy urodzin prof. Charlesa H. Bennetta, które odbyło się

w IBM Watson Research Center, New York. Na załączonym zdjęciu jest wielu znanych naukowców. Między innymi są: wszyscy odkrywcy zjawiska teleportacji kwantowej (sześciu): R. Jozsa, G. Brassard, A. Peres, C. Crepeau, W. Wothers no i oczywiście Ch.H. Bennett. Jest także nad Bennettem (po lewej) odkrywca informacji algorytmicznej (niezależnie od Kołmogorowa) G. Chaitin, Peter Shor – odkrywca kwantowego algorytmu szybkiego rozkładu liczb na czynniki pierwsze, B. Schumacher – wprowadził pojęcie kwantowego bitu i „skwantował” twierdzenie Shannona, D. Mermin – znany interpretator mechaniki kwantowej. Są też odkrywcy bramek logicznych: Fredkin i Toffoli. Jest też małżeństwo: D. Di Vincenzo – twórca kryteriów działania komputera kwantowego (to jest ten, który czytał wiersz „Still life” na zakończenie sympozjum – stoi przy plecaku) i jego żona – Barbara Terhal – świetny teoretyk w zakresie informacji kwantowej (przy Bennecie razem ze swoją córeczką). Jest także S. Popescu – inicjator destylacji kwantowego splątania. W drugim rzędzie drugi od prawej to prof. Ryszard Horodecki. Po jego lewej ręce stoi jego żona Jadwiga.

*Jerzy Warczewski*

## Charles Bennett's 60th Birthday Symposium

IBM Thomas J. Watson Research Center



May 8-9, 2003

# Fizyka i poezja w *Arrasie z Andromedy* Ryszarda Horodeckiego

Piotr Millati

*Instytut Filologii Polskiej, Uniwersytet Gdański*

*Streszczenie:* Tekst jest prezentacją najważniejszych wątków, tematów oraz idei obecnych w tomie „*Arras z Andromedy*” profesora fizyki kwantowej Ryszarda Horodeckiego. Fizyka i poezja obecne są w tym pisarstwie jako równoważące, wzajemnie się inspirujące dziedziny, które stanowią wzajemnie dopełniające się aspekty ludzkiego doświadczenia. Poezja profesora Horodeckiego jest próbą odnowienia zerwanej więzi między naukami ścisłymi a humanistyką. W harmonijny sposób łączy się tu horyzont poznawczy naukowca, badającego świat kwantów, z głęboką wrażliwością moralną humanisty-erudyty, zaniepokojonego postępującą dewaluacją elementarnych wartości we współczesnym świecie.

---

## Physics and poetry in *The Andromeda Arras* by Ryszard Horodecki

*Abstract:* Text describes the main topics and ideas of a poetry book „*The Andromeda Arras*” by professor of physics Ryszard Horodecki. Physics and poetry have the same importance and value in the Horodecki’s writing: complement and inspiring one another. His poetry is a successful attempt of building a bridge between these seemingly remote domains. In the perfect harmony exist here scientific outlook of a researcher and moral sensibility of a humanist, who is deeply concerned about a progressive devaluation of the basic human values in the contemporary world.

---

Kiedy fizyk zajmujący się na co dzień informatyką kwantową jest jednocześnie poetą, sytuacja ta budzi zdziwienie i ciekawość. Źródłem zdziwienia jest potoczne przekonanie o zupełnym braku przylegania do siebie tych dziedzin. Poezja, której immanentną cechą jest wieloznaczność, a jej ostateczny sens nieuchwytny, zdaje się być niemal dokładną odwrotnością fizyki, której trzeźwa rzeczowość oparta jest na obiektywnej weryfikowalności wyników badań.

Uniwersalne przesłanie fizyki bez trudu przekracza granice języków, narodów, cywilizacji, różnic kulturowych, czy odrębnych doświadczeń historycznych, które często okazują się zbyt wysoką barierą dla literatury. Można więc zadać sobie pytanie, czy poezja albo powiedzmy szerzej – humanistyka jako taka może się fizyce do czegokolwiek przydać, czy owoce wysiłku umysłu i wyobraźni Arystotelesa, Hegla, Szekspira, Leśmiana mogą być dla fizyka czymś więcej niż tylko wprawdzie piękną, lecz bezużyteczną z punktu widzenia jego poszukiwań intelektualną rozrywką?

Znajdziemy wiele świadectw mówiących o tym, że największe odkrycia fizyczne i matematyczne XX wieku zostały dokonane przez uczonych, dla których mocno dziś ugruntowany podział, separujący nauki ścisłe od tzw. humanistyki nie miał większego sensu.

Należał do nich na pewno Niels Bohr, twórca teorii budowy atomu. Był on jednym z tych, którzy zdali sobie

sprawę z niewielkiej przydatności języka fizyki klasycznej dla opisu zjawisk występujących w mikroświecie. Dokonał odkrycia, którego natura była tak odrębna względem wszystkiego, co było znane ludzkiemu doświadczeniu, że język, którym się posługujemy na co dzień i którym się posługiwała fizyka klasyczna, okazał się wobec niego bezradny. O swoim modelu atomu Bohr mówił, że w gruncie rzeczy stanowi rodzaj poetyckiej metafory, w której nie tyle chodzi o precyzyjne przedstawienie stanu rzeczy, lecz o stworzenie obrazów i powiązań myślowych w świadomości słuchacza. Tak więc model atomu, którego dziś naucza się w szkołach, jest dziełem na równi poetyckiej wyobraźni Bohra jak i precyzji i dyscypliny jego intelektu.

Czołowi fizycy pierwszej połowy XX wieku posiłkowali się wielokrotnie filozofią, próbując wytłumaczyć sobie charakter zjawisk tak niepodobnych do tych, które obowiązują w świecie, którego miarę wyznacza ludzka skala. Bez najwyższego wysiłku filozoficznego Einstein, Bohr, Heisenberg najprawdopodobniej nie dokonaliby swych odkryć. Było to wszystko możliwe tylko dzięki obowiązującemu jeszcze wówczas klasycznemu modelowi edukacji, dla którego ideałem był równomierny rozwój wszystkich aspektów człowieczeństwa. Gdzie łacina i greka nauczana była z taką samą powagą jak filozofia, filologia, historia, matematyka, fizyka czy biologia.

Tę zerwaną obecnie już jedność i komplementarność nauk Ryszard Horodecki próbuje przywrócić w swojej po-

ezi. Lektura jego wierszy wymaga od czytelnika niemałej kompetencji z zakresu zarówno humanistyki jak i nauk przyrodniczych. Czytając te teksty często jesteśmy zmuszeni sięgać po dodatkowe źródła, aby zdobyć wiedzę, której do tej pory w ogóle nie posiadaliśmy albo istniała w nas w postaci fragmentarycznej. Jest to poezja, która stawia poważne pytania, poezja intelektu, zagęszczonych znaczeń, poezja niełatwa, miejscami może nawet zbyt enigmatyczna, wymagająca od czytelnika namysłu i skupienia, bez których nie ma dostępu do głębszych sensów tych tekstów.

Lektura tych wierszy może okazać się dla nas przykra, gdyż zarówno humanistom jak i umysłem ścisłym w bolesny sposób uświadomi niewystarczalność ich wąskich specjalizacji dla próby ogarnięcia całości ludzkiego doświadczenia.

Lista przewinień i zaniedbań edukacyjnych „humów” i „fizów” (jak ich określał Stanisław Lem w swej powieści „Głos Pana”) jest po obu stronach równie długa. Trzeba otwarcie to sobie powiedzieć: w ogromnej większości jesteśmy ignorantami wobec nie swoich dyscyplin. Próba zbliżenia się przeciętnego humanisty do teorii względności czy informatyki kwantowej, nie różni się praktycznie niczym od usiłowań odczytania pisma klinowego. To samo zresztą moglibyśmy powiedzieć o staraniach uchwycenia sensu „Traktatu poetyckiego” Miłosza czy „Promethidiona” Norwida przez szeregowego fizyka.

Ryszard Horodecki przyznając tak istotne miejsce w swym życiu humanistycy, usiłuje odbudować te zerwane mosty. Niewykluczone, że to stałe utrzymywanie bliskiej łączności z historią, filozofią czy poezją jest kołem zamachowym jego odkryć naukowych. Prawa panujące w świecie kwantów różnią się od wszystkiego, co jest nam znane. Rządzi tu sprzeczność i paradoks. Zawodzi prawo przyczynowości i logika klasyczna. To wszystko cechuje też wielką poezję, jak choćby poezję Bolesława Leśmiana, który siłą swej wyobraźni stworzył niezwykle świat oparty na zupełnie innych zasadach ontologicznych niż nasze. Trening umysłu, który daje obcowanie z taką literaturą, może też okazać się niezastąpiony w naukowym badaniu mikro i makroświata.

Fizyk-poeta jest zjawiskiem na tyle rzadkim i osobliwym, że intryguje nas w sposób szczególny. Wchodząc na terytorium literatury jest tu niczym przybyły do obcego sobie kraju cudzoziemiec, którego świeże, niezbanalizowane przez rutynę codziennego życia spojrzenie otwiera nam oczy na sprawy, których nigdy byśmy sami nie dostrzegli. Tego też większość z nas skrycie oczekuje po piszącym wiersze fizyku: że zabarwi swą egzotyczną obcością język poezji, pokaże nam świat, w którym żyjemy, w inny niż dotychczas nam znany sposób, że nasza rzeczywistość, przepuszczona przez filtr jego zawodowych pasji, objawi się w nowym układzie, w innych niż dotychczas proporcjach, w jakiejś odmiennej aurze.

Wiersze profesora Ryszarda Horodeckiego w sporym stopniu spełniają te oczekiwania. Ich tematyka, powtarzalność określonych motywów, leksyka, metaforyka, pewien szczególnie typ dyscypliny myślowej często nie pozwalają

nam zapomnieć, co jest główną profesją ich autora. Nie oznacza to jednak, że teksty te są próbą transkrypcji odkryć współczesnej fizyki na język poetycki. Takich wierszy w ostatnim tomie Ryszarda Horodeckiego właściwie nie znajdziemy.

Właściwym przedmiotem zainteresowań Horodeckiego-poety jest człowiek. Człowiek wewnętrznie rozdarty, uwikłany w nierozwiązywalne sprzeczności swej egzystencji, będący dzieckiem współczesnego świata i jednocześnie toczący z nim nieustanny spór, całym sobą tęskniący za utraconą harmonią, łaknący niedostępnej dla siebie doskonałości.

Postacią, która wielokrotnie pojawia się w tych tekstach jest Pan Sum, czyli „Jestem”, bez wątplenia bliski krewny Herbertowskiego Pana Cogito. Łączy go sporo z bohaterem wierszy Herberta, ale też niemało dzieli. Już samo przesunięcie akcentu z cogito na sum jest wymowne i warte skomentowania. Mamy tu do czynienia z próbą dialogu z Herbertowskim bohaterem, dla którego istotną miarą człowieczeństwa była zdolność jego do krytycznego myślenia, a zatem do bezstronnej oceny rzeczywistości. Fundamentem człowieczeństwa Pana Sum jest już samo podmiotowe istnienie. Nie musi ono spełniać żadnych dodatkowych warunków. Może być zupełnie nagie, ale to już wystarczy, by implikować ludzką godność, wyjątkowość i autonomię.

Horodecki w swych wierszach wielokrotnie dystansuje się wobec absolutystycznych roszczeń ludzkiego rozumu. Jest to szczególnie ciekawe, jeśli pamiętać, że autorem tekstów jest człowiek uprawiający zawodowo dyscyplinę, dla której ratio jest najważniejszym narzędziem poznania. Ten dystans wobec cogito, umiarkowany sceptycyzm poznawczy, nie oznacza jednak w żadnym wypadku prostego odrzucenia racjonalizmu. Autor wyraża pewność, że rozum, mimo że z jednej strony tak łatwo ulega pokusie przekonania o własnej nieomyślności, to z drugiej on tylko, i to właśnie dzięki racjonalności, potrafi się zdystansować wobec samego siebie i zdobyć w ten sposób świadomość własnych ograniczeń.

Przemowna fascynacja Ryszarda Horodeckiego poezją Zbigniewa Herberta jest widoczna także w tak charakterystycznej dla tego poety frazie, którą raz po raz porbrzmiewa „Arras z Andromedy”. Podobnie jak u Herberta najczęstszym punktem odniesienia jest tu historia zarówno antyczna jak i nowożytna. Dopiero w konfrontacji z przeszłością, a więc poprzez pamięć, daje się w pełni zrozumieć naszą terażniejszość, która dla Horodeckiego jest najczęściej zdegradowaną formą mitycznej przeszłości.

Podtytuł tomiku: „Studium kondycji” wyraźnie wskazuje na zasadniczy temat, wokół którego oscylują te wiersze: są one próbą zdiagnozowania aktualnej kondycji naszej cywilizacji. Jak się można spodziewać, jest to diagnoza krytyczna i surowa w swych ocenach. Teksty te demaskują duchowe płaskostopie czasów, w których żyjemy, karłowacenie dotychczasowych wzorców człowieczeństwa, konstatują uwiad postaw i wartości, dzięki którym nasza cywilizacja osiągnęła to wszystko, co czyniło ją wielką.

*Ile jest fizyki w poezji i ile poezji w fizyce?*

Pesymizm i sarkazm tych tekstów został jednak przełamany w jednym z ostatnich z nich – noszącym tytuł: „Wykopaliska Eden”. Wiersz ten musi mieć szczególne znaczenie dla interpretacji całej książki, skoro autor umieścił jego fragment w charakterze przesłania otwierającego tomik.

Remedium na schorzenia czasu terazniejszego ma być powrót do porzuconych wartości, przywrócenie słowom ich właściwych znaczeń, sięgnięcie po prastare mity i wyobrażenia, które zostały już niemal zapomniane. Mimo że utraciliśmy z nimi życiodajną łączność, one wciąż istnieją obok nas. Żyjemy na ich gruzach, jak na ruinach

antycznych miast, zaspanych piaskiem i mułem nanoszonym przez mijające stulecia. Aby do nich znów dotrzeć (tu cytuję) „trzeba tylko delikatnie odkopać nasz Eden, odczytać tabliczki, podnieść słowa na wysokość świątyń, odkryć niewidoczne obrazy, ożywić strumienie, posadzić cedry”.

Horodecki podobnie jak Josif Brodski żywi przekonanie, że postępującej wulgaryzacji ludzkiego serca może zapobiec tylko autentyczne i rozumne uczestnictwo w kulturowym dziedzictwie, które otrzymaliśmy niczym pałeczkę w sztafecie od poprzednich pokoleń. Od nas tylko zależy, czy i jak ją przejmujemy.



Z lewej: Ryszard Horodecki po otrzymaniu Nagrody Fundacji na rzecz Nauki Polskiej – Polskiego Nobla (2008), poniżej: Ryszard Horodecki odbiera statuetkę Heweliusza z rąk Prezydenta Gdańska Pawła Adamowicza (2009)



Wybrany przez Autora Ryszarda Horodeckiego poniższy wiersz „Martwa Natura” („Still Life”) pochodzi z tomu „Sum ergo cogito Impresje poetyckie Poetic Impressions” („Marpress” Gdańsk 2009)

## Martwa natura

*For Charles Bennett*

Należy pozbierać posklejać mozolnie  
okruszki z płaskich podłóg świata  
a będzie dzban serweta jabłko  
na stole światłem przyprószone,  
Materii pierwszej nikły okrzyk  
przywoła śmiały sen Cézanne’a  
– ze stołu gałąź wprost wyrasta  
rumieńców nabrał tłusty dzban  
odbity w szybie przyjął tęczę  
zapuszcza korzeń w twardą deskę  
skąd czerpie soki wyobraźnia  
gotowa z gliny stworzyć raj  
lecz nie chce zdradzić mechanizmu  
o którym śpiewa wnętrza płomień

    kto zgadnie dusze rezonansów  
    co łączą małe kule w łańcuch  
    wariacje figur grafów spinów  
    gdzie zbyt zawiłe topologie  
    ukazą elektronom drogę  
    gdy wiążą w całość przedmiot formę  
    i prądy zamkną dziwne w krwiobiegu  
    aby ruszyło życie torem  
    po którym biegnie szybka myśl

z prochu powstałaś  
i w proch się obrócisz  
wieżo Babel wielomówna wieżo  
– dokąd idą niezliczone światy  
dokąd płyną niebieskie potopy  
czyż krzyk jaka fala dotrze do Źródła  
w którym ukryta osobliwość

– dzwon w dzwonie  
tajemnica tajemnic

\*

błogosławiony niech będzie chaos  
albowiem z niego wyłoni się forma

niech będzie błogosławione światło  
albowiem ono oddzieli nas  
od ciemności

*Ryszard Horodecki*

## Still Life

*For Charles Bennett*

We must pick up take pains to patch together  
the crumbs from the flat floors of the world  
and there will be a jug a cloth an apple  
dusted with light on a table  
of the first Matter a faint cry  
recalls Cézanne’s bold dream  
– out of the table a branch grows up  
the greasy jug gains a flush of colour  
reflected in glass it absorbs the rainbow  
it puts down roots in the hard boards  
from which imagination draws its sap  
ready to shape paradise out of clay  
but it will not betray the mechanism  
of which the flame of its interior sings

    who shall fathom the souls of the resonances  
    that join small balls in a chain  
    the variations of figures of graphs of spins  
    where too complex topologies  
    will show electrons the way  
    when object and form will be bound into one  
    strange currents start their circuit in the blood  
    that life may move off on the rails  
    that thought runs swiftly over

dust thou art  
and unto dust thou shalt return  
tower of Babel much-talking tower  
– where are they going the countless worlds  
where are they flowing the floods from heaven  
whose cry like a wave will reach the Source  
where singularity hides

bell in bell  
mystery of mysteries

\*

Blessed be chaos  
for out of it form will come

and blessed be light  
for it will divide us  
from darkness

*Ryszard Horodecki, translated by Jean Ward*

# O wielkich odkryciach Arkadiusza Piekary, zjawiskach krytycznych i eksperymencie krzyżowym Francisa Bacona

Aleksandra Drozd-Rzoska, Sylwester J. Rzoska

*Instytut Fizyki im. Augusta Chelkowskiego, Uniwersytet Śląski, Katowice*

*Streszczenie:* 73 lata temu Arkadiusz Piekara opublikował prace pokazujące „anomalny” dodatni nieliniowy efekt dielektryczny (NDE) w czystym nitrobenzenie i roztworze krytycznym nitrobenzen–heksan. Te wyniki stały się fundamentem Wielkich Szkół fizyki molekularnej i fizyki dielektryków rozwijanych przez Arkadiusza Piekarę po II wojnie światowej. Dzisiaj NDE to także baza nieliniowej spektroskopii dielektrycznej uważanej za jedno z najważniejszych narzędzi do badań cieczy złożonych/miękkiej materii w XXI wieku. Dlatego ponowne spojrzenie na bazowe wyniki Piekary, z wykorzystaniem najnowszych wyników i nowych możliwości doświadczalnych może mieć szczególne znaczenie. Taka analiza, przy wykorzystaniu metodologicznego schematu eksperymentu krzyżowego (*experimentum crucis*) Francisa Bacona, jest celem tej pracy.

*Słowa kluczowe:* nieliniowy efekt dielektryczny, przejście ciecz–ciecz, zjawiska krytyczne, ciekłe kryształy, nieliniowa spektroskopia dielektryczna

---

## On great discoveries of Arkadiusz Piekara, critical phenomena and Francis Bacon’s experimentum crucis

*Abstract:* 73 years ago Arkadiusz Piekara published results showing an „anomalous” positive-sign nonlinear dielectric effect (NDE) in pure nitrobenzene and in nitrobenzene–hexane critical mixture. They became a reference for Great Schools of Molecular Physics and Dielectric Physics founded and developed by Arkadiusz Piekara after World War II. Currently, NDE is the base for nonlinear dielectric spectroscopy which is considered as one of the most important experimental tools for studying complex liquids/soft matter systems in XXI century. Consequently, re-discussing fundamental Piekara’s results in respect of the current state of knowledge is important. Such an analysis, recalling the methodological scheme of experimentum crucis by Francis Bacon is the target of this paper.

*Keywords:* nonlinear dielectric effect, liquid–liquid transition, critical phenomena, liquid crystals, nonlinear dielectric spectroscopy

---

W 1928 r. w Gimnazjum im. Sułkowskich w Rydzynie „dla niezamożnej a wyjątkowo zdolnej i obdarzonej zadatkami charakteru młodzieży polskiej” rozpoczęła się jeden z najniezwykłych i najbardziej udanych eksperymentów pedagogicznych w Polsce [1]. „Eksperyment Rydzyński” kształtował zarówno uczniów jak i młodszą część grona pedagogicznego. Wyniki krótkiego, bo przerwane przez wojnę, działania tej szkoły są wręcz zdumiewające. Ich opis można znaleźć w arcyciekawej, i nie wznawianej od 1981 roku (!), książce *Najjaśniejszemu y Najpotężniejszemu Panu* Arkadiusza H. Piekary, który właśnie w tej szkole zaczął swoją karierę zawodową jako młody nauczyciel fizyki [1]. Dysponując pracownią, warsztatami oraz prenumeratą czasopism o poziomie (patrz s. 44 w powyższej książce) do dziś nieczęsto spotykanym nawet na niektórych uczelniach

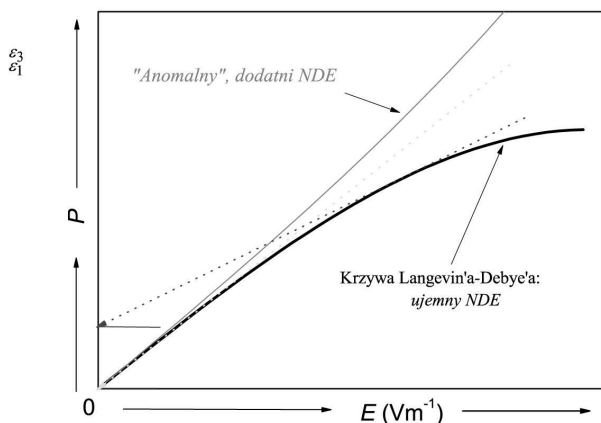
wyższych, Arkadiusz Piekara wraz ze swymi uczniami rozpoczyna badania nasycenia dielektrycznego, nazywanego później nieliniowym efektem dielektrycznym (NDE, NLDE).

Było to zjawisko odkryte ledwie dekadę wcześniej przez Herwega w Niemczech przy badaniach przenikalności dielektrycznej w silnych polach elektrycznych w cieczach [2]. Herweg przy współpracy z Peterem Debyem [2,3] zaproponował ilościowy opis tego fenomenu, przedstawiony schematycznie na rys. 1. Opiera się on na wykorzystaniu rozwinięcia Langevina–Debye’a [1-3]:

$$P(E) = \varepsilon_1 E + \varepsilon_2 E^3 + \dots = N\mu L\left(\frac{\mu E}{k_B T}\right) = \frac{N\mu^2}{3k_B T} E - \frac{N\mu^4}{45k_B T^3} E^3 + \dots \quad (1)$$



gdzie  $P$  oznacza polaryzację dielektryczną,  $L(x)$  jest funkcją Langevina,  $N$  to liczba molekuł w jednostce objętości,  $\mu$  to trwały moment dipolowy,  $E$  oznacza natężenie pola elektrycznego.



Rys. 1. Zależność polaryzowalności od natężenia pola elektrycznego dla dielektryka według modelu Herwega-Debye'a-Langevina (HDL) [2,3], prowadzący do ujemnego NDE, gdyż przenikalność dielektryczna dla silnego pola elektrycznego ( $\varepsilon_3$ ) jest mniejsza niż „normalna” przenikalność ( $\varepsilon_1$ ) dla  $E \rightarrow 0$ . Wartości  $\varepsilon_3$  oraz  $\varepsilon_1$  opisują nachylenia stycznej do krzywej Langevina-Debye'a dla  $E \gg 0$  oraz  $E \rightarrow 0$ . Cienka linia pokazuje „anomalną” zależność NDE, prowadzącą do  $\varepsilon_3(E \gg 0) > \varepsilon_1(E \rightarrow 0)$  i w rezultacie dodatniego NDE. Taki efekt nie był rozważany przez Herwega i Debye'a, a stanowi podstawę odkrycia Arkadiusza Piekary [1].

Możliwość ilościowego opisanie ujemnej wartości NDE, np. dla dwuetylu eteru, była przez Petera Debye'a uznana za wynik tak znaczący, że wart wspomnienia w wykładzie z okazji odebrania Nagrody Nobla [3]. W latach osiemdziesiątych Takeo Furukawa zwrócił uwagę, że model Herwega-Debye'a-Langevina (HDL) bardzo słabo oddziałujących trwałych momentów dipolowych często znakomicie sprawdza się dla momentów dipolowych związanych z segmentami polimerów. Na tej podstawie Furukawa [4] zauważył, że pomiar „liniowej” ( $\varepsilon_1$ ) i nieliniowej ( $\varepsilon_3$ ) przenikalności dielektrycznej pozwala na niezwykle proste i skuteczne określenia liczby segmentów i momentów dipolowych w polimerze, mianowicie  $N = -\varepsilon_1^2/5k_B T \varepsilon_3$  oraz  $\mu = \sqrt{-15k_B T^2 \varepsilon_3/\varepsilon_1}$ . Czyni to z NDE unikalnie użyteczną metodę do takich zastosowań.

Piekara buduje w Gimnazjum w Rydzynie aparaturę do badań NDE – nasycenia dielektrycznego. Przypomnijmy, że rzecz zaczyna się się ok. 1930 roku, kiedy to „technika radiowa” jest przykładem najwyższej klasy „Hi-Tech”, a skonstruowana aparatura NDE jest w absolutnej czołówce tej czołówki. W aparaturze Piekary mamy więc do czynienia ze „słabym” elektrycznym polem „pomiarowym” o częstotliwości radiowej oraz z bardzo silnym stałym polem elektrycznym. Mierzone jest przesunięcie częstotliwości układu rezonansowego wskutek przyłożenia silnego stałego pola elektrycznego do znajdują-

cego się w tym układzie kondensatora wypełnionego badaną cieczą. Względne przesunięcie pojemności elektrycznej w kondensatorze pomiarowym wskutek działania silnego pola to nie więcej niż  $\Delta C/C \sim 10^{-6}$ . Pomiar tak małych wartości to także dziś niemałe wyzwanie.

Piekara znajduje duży, dodatni NDE w nitrobenzeniu. W miarę rozcieńczania nitrobenzeniu w niedipolowym rozpuszczalniku (benzenie) wartość NDE staje się ujemna i wykazuje liniową zależność od stężenia, zgodnie z modelem HDL. Dla opisu tego procesu Piekara zaproponował relację [5–7]:

$$\varepsilon_{\text{NDE}} = \frac{\varepsilon_3 - \varepsilon_1}{E^2} = \frac{\Delta\varepsilon^E}{E^2} = -f(\varepsilon, T) \frac{N\mu^4}{45k_B^3 T^3} R_S, \quad (2)$$

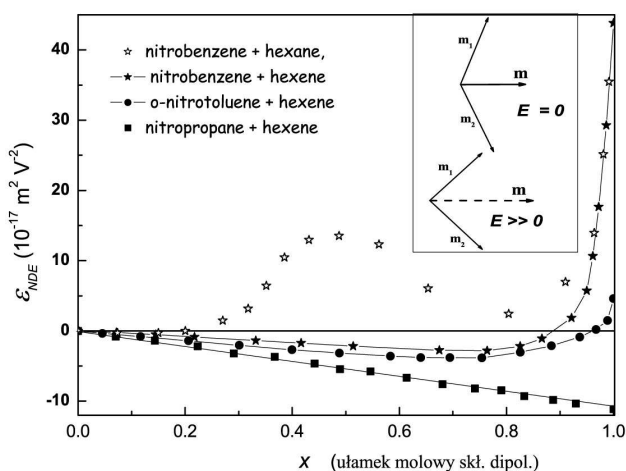
gdzie  $\varepsilon_{\text{NDE}}$  to eksperymentalna miara NDE,  $\varepsilon_3 = \varepsilon^E$  i  $\varepsilon_1 = \varepsilon$  to przenikalności dielektryczne w silnym i słabym polu elektrycznym  $E$ ,  $N$  oznacza liczbę trwałych momentów dipolowych ( $\mu$ ) sprzężonych z danymi molekułami na jednostkę objętości,  $k_B$  jest stałą Boltzmanna,  $f$  to czynnik opisujący pole lokalne, a czynnik  $R_S$  opisuje korelację dipol-dipol.

Relacja ta redukuje się do opisu HDL dla  $R_S = 1$ . W mocno stężonym lub „czystym” nitrobenzeniu występuje korelacja dipol-dipol, co odzwierciedla  $R_S < 1$  i cienka zależność  $P(E)$  dla „anomalnego NDE” na rys. 1. Piekara wykazał także, że wcześniejsze wyniki doświadczalne pokazujące możliwość dodatniego NDE, uzyskiwane w Niemczech w „szkole Herwega”, są błędne (patrz dyskusję w [8]). Zapewne ten fakt spowodował zabawne pomijanie wyników Piekary w wielu pracach opracowanych w Niemczech aż do lat osiemdziesiątych (!) XX wieku.

Po drugiej wojnie światowej Arkadiusz Piekara jest jednym z twórców poznańskiej szkoły fizyki molekularnej i fizyki dielektryków [1,8]. Prowadzone tam badania czynią z NDE niezwykle narzędzie do badania oddziaływań molekularnych i rotacji wewnątrzdrobinowych w ciekłych dielektrykach. Ten rozdział badań jest znakomicie podsumowany w książce Augusta Chełkowskiego *Fizyka dielektryków* (PWN, 1992) [8]. Zależności NDE w różnych cieczach molekularnych pokazane są także na rys. 2. Wstawka na tym rysunku przywołuje słynne „nożyce Piekary” [1,8], czyli zaproponowane przez niego obrazowe wyjaśnienie dodatniego NDE w czystym nitrobenzeniu.

„Sparowane” momenty dipolowe sprzężone z sąsiadującymi molekułami nitrobenzeniu tworzą „nożyce” prowadzące do powstania wypadkowego momentu dipolowego  $m$ . Przyłożenie silnego pola elektrycznego „zamyka nożyce” co powoduje wzrost wypadkowego momentu dipolowego i w efekcie daje dodatni NDE. W przypadku klasycznego „orientacyjnego” NDE obserwowanego przez Herwega [3–8] momenty dipolowe i molekuły są „niezależne”. Silne pole elektryczne narzuca im jednak pewne ograniczenie orientacyjne, „usztynia” ich reakcję na działanie pola pomiarowego o częstotliwości radiowej, co w praktyce oznacza mniejszą przenikalność elektryczną cieczy ( $\varepsilon^E$ ) niż dla próbki nie poddanej takiej wymuszo-

nej anizotropii ( $\epsilon$  dla  $E \rightarrow 0$ ). Taki „orientacyjny efekt” ma miejsce także w „rozcieńczonych” roztworach nitrobenzenu, dla  $x < 0,4$ .



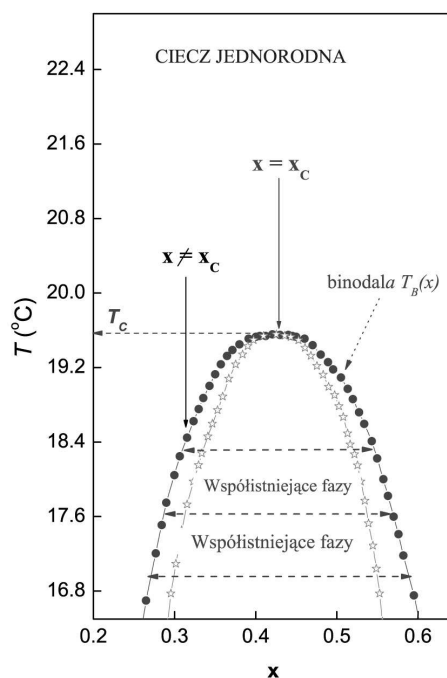
Rys. 2. Izotermiczne ( $T = 20^\circ\text{C}$ ) zmiany nieliniowego efektu dielektrycznego (NDE, nasycenia dielektrycznego) w roztworach składnika dipolowego (nitrobenzen, o-nitrotoluen i 1-nitropropan) w niedipolowych rozpuszczalnikach: heksen i heksan. Ten ostatni dotyczy tylko roztworu o ograniczonej mieszalności nitrobenzen–heksan o temperaturze krytycznej  $T_c = 19,5^\circ\text{C}$  związanej ze stężeniem krytycznym  $x_c = 0,43$  ułamka molowego nitrobenzenu. Dla roztworów 1-nitropropan–heksan w pełnym zakresie stężeń oraz rozcieńczonych roztworów nitrobenzenu i nitrotoluenu możliwy jest opis za pomocą „orientacyjnego” NDE przewidzianego przez model Herwega–Debye’a–Langevina [2,3,8] (relacja (1) z  $R_S \approx 1$ ). Wstawka pokazuje „mechanizm nożycowy” sprzężonych trwałych momentów dipolowych zaproponowany przez Piekara dla wyjaśnienia dodatniego NDE w roztworach nitrobenzenu [5–8]. Stałe momenty dipolowe  $m_1, m_2$  są sprzężone z molekułami nitrobenzenu zaś  $m$  oznacza efektywny, wypadkowy moment dipolowy.

Wkrótce po tym odkryciu Piekara [6,8] znalazł „anomalny” dodatni NDE w szerokim otoczeniu  $x \approx 0,4$  dla roztworu nitrobenzenu w heksanie. Ta mieszanina różni się jednak istotnie od roztworów nitrobenzen–benzen, nitrobenzen–czterochlorek węgla czy pokazanego na rys. 2 roztworu nitrobenzen–heksen. Są to wszystkie roztwory o nieograniczonej mieszalności. Jednorodny roztwór nitrobenzen–heksan rozdziela się na dwie współlistniejące fazy poniżej temperatury krytycznej  $T_c \approx 19,5^\circ\text{C}$ . Obszar dwufazowy jest ograniczony krzywą współlistnienia faz. Na gałęziach binodali mają miejsce nieciągłe przejścia fazowe, a na jej szczycie ( $x_c, T_c$ ) przejście fazowe ma charakter ciągły, krytyczny.

Piekara niewątpliwie uważał te wyniki za szczególne i być może najważniejsze osiągnięcie swego życia. Oddajmy mu głos przywołując fragmenty jego wykładu wygłoszonego w 1974 r. w Pembroke College, Cambridge University (UK) [1]:

wzajemne zbliżenie molekuł (nitrobenzenu), które rodzi wzajemne oddziaływanie jest przyczyną powstania owego dodatko-

wego momentu (dipolowego)... Aby sprawdzić czy rzeczywiście wzajemne oddziaływanie molekuł są przyczyną tego odwrotnego zjawiska... postaramy się zrobić taki roztwór, w którym molekuły dipolowe zbliżą się do siebie na wyjątkowo małą odległość. Rozpuścimy nitrobenzen w heksanie... Przed rozdzieleniem faz w roztworze są silne fluktuacje stężenia, a tym samym wzajemnych odległości molekuł dipolowych i właśnie te fluktuacje odległości powodują fluktuacje oddziaływań – a co za tym idzie dodatni, czyli odwrotny efekt nasycenia dielektrycznego...



Rys. 3. Ograniczona mieszalność w roztworze nitrobenzen–heksan. Pełne kółka oznaczają położenie krzywej współlistnienia faz (binodali). Została ona wyznaczona metodą wizualno-katetometryczną zaproponowaną w pracy [9]. Poniżej binodali zaznaczono położenie spinodali, opisującej obszar, do jakiego można przechłodzić roztwór jednorodny, np. wskutek bardzo szybkiego ochłodzenia. Został on wyznaczony metodą NDE w oparciu o tzw. analizę pseudospinodalną [10]. Na szczycie binodali znajduje się pojedynczy punkt krytyczny, gdzie ma miejsce ciągle przejście fazowe. Zaznaczono także ścieżki pomiarowe dla roztworu o stężeniu krytycznym ( $x = x_c$ ), gdy jest możliwe zbliżenie się do punktu krytycznego w funkcji temperatury, i dla przykładowego roztworu niekrytycznego.

Opierając się na występowaniu dodatniego NDE w czystym nitrobenzenie i potwierdzeniu wysuniętej na tej bazie hipotezy występowania dodatniego NDE w stosunkowo rozcieńczonych okołokrytycznych roztworach nitrobenzen–heksan, Piekara stwierdza, że stanowi to potwierdzenie słuszności „modelu nożycowego” (wstawka na rys. 2).

Warto w tym miejscu przyrzeć się opisywanym tu badaniom od strony metodologicznej, gdyż mają one strukturę dość często spotykaną dla ułomnego potwierdzenia koncepcji naukowych. W analizie Piekary koncep-

cja modelowo-teoretyczna („efekt nożycowy”: M1) jest wysunięta w oparciu o wynik eksperymentalny (pomiar NDE w czystym nitrobenzenie: E1). Na bazie koncepcji M1 przewiduje się dalej zaistnienie dodatniego efektu NDE w roztworze krytycznym nitrobenzen–heksan (E2), czyli w układzie o jakościowo innych warunkach eksperymentalnych niż E1. Pozytywny wynik eksperymentu E2 jest uznany za potwierdzenie ogólnej słuszności modelu M1. Metodologicznie, takie podejście może się wydawać realizacją idei eksperymentu krzyżowego (*experimentum crucis*) czyli podstawy Metody Naukowej [11]. Skuteczny *experimentum crucis* daje zawsze możliwość zdecydowanych stwierdzeń. Nie jest to jednak aż tak częste i w większości prac naukowych dominuje ostrożny i wieloznaczny tryb przypuszczający.

Należy jednak podkreślić, że analiza modelowo-eksperymentalna przeprowadzona przez Piekary nie jest *experimentum crucis* w sensie autora tej idei, tj. Francisca Bacona. Tym mianem określił on bowiem sytuację, gdzie jedna z dwóch rywalizujących ze sobą i jednakowo nadających się do przyjęcia hipotez zostaje potwierdzona, a druga obalona. Stosowanie opartej o *experimentum crucis* weryfikacji umożliwia dalej zastosowanie zasady „brzytwy Ockhama”, czyli eliminacji zbędnych bytów – koncepcji teoretycznych, będącej drugim elementem fundamentów Metody Naukowej [11].

W analizie Arkadiusza Piekary istnieje bowiem pewien problem formalny, mianowicie:

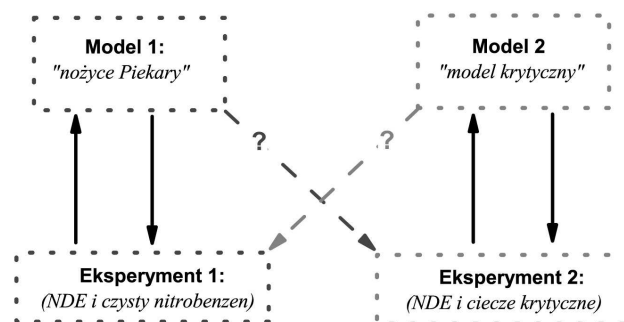
Czy istnieje rywalizująca z M1 koncepcja modelowo-teoretyczna oparta na tych samych faktach, odrębnych, eksperymentalnych i czy jest możliwy wybór pomiędzy nimi na bazie weryfikacji eksperymentalnej?

Taka koncepcja teoretyczno-modelowa (M2) mogłaby wynikać z eksperymentu E2 (czyli badań NDE w roztworach krytycznych), a eksperyment E1 (czyli pomiar NDE w czystym nitrobenzenie) stanowiłby jej weryfikację. Była to więc analiza odwrotna do przeprowadzonej przez Piekary.

Taką propozycję wyjaśnienia własności NDE w oparciu o pełne zasady eksperymentu krzyżowego, a w konsekwencji brzytwy Ockhama przedstawia rys. 4.

Realizacja tego schematu ma dziś szczególne znaczenie, ponieważ rozwijana na bazie NDE nieliniowa spektroskopia dielektryczna (nonlinear dielectric spectroscopy – NDS) jest uważana za sukcesorkę szerokopasmowej spektroskopii dielektrycznej (broad band dielectric spectroscopy – BDS) [12], jak dotąd jednego z najważniejszych narzędzi badawczych układów złożonych, w szczególności cieczy złożonych i miękkiej materii. Istotność metody NDS polega na tym, że jest ona w stanie bezpośrednio próbować własności wielkości związanych z 4-cząstkową funkcją korelacji [13–16]. W praktyce oznacza to np. możliwość rejestracji wielocząstkowych struktur w nano- i mezoskali, których występowanie jest fundamentalną cechą miękkiej materii/cieczy złożonych, uważanych za jeden z najważniejszych obszarów fizyki oraz inżynierii materiałowej w XXI wieku [13]. „Liniowa” szerokopasmowa spektroskopia dielektryczna (BDS) jest połączona

z 2-cząstkową funkcją korelacji i zasadniczo rejestruje własności związane z pojedynczym, trwałym bądź wypadkowym, momentem dipolowym [12].



Rys. 4. Postulowany *experimentum crucis* dla wyjaśnienia odkrytych przez Arkadiusza Piekary własności nieliniowego efektu dielektrycznego

Obrazowo można powiedzieć, że odpowiednikiem BDS jest np. poznawanie własności sztywnego patyczka (np. zapalki) poprzez łapanie jego końców dwoma palcami. Metoda NDS „używa cztery palce” i możemy stwierdzić czy aby nie mamy do czynienia ze „zbiorem patyczków”.

Należy także zaznaczyć, że prof. Arkadiusz Piekara jest jednym z „ojców założycieli” fizyki molekularnej i fizyki dielektryków w Polsce po II wojnie światowej. Znaczną jej część stanowiły zainspirowane przez prof. Piekary badania NDE rozwijane w ośrodku poznańskim, a potem w Instytucie Chemii Uniwersytetu Warszawskiego. Są one wspaniale podsumowane w monografii prof. Augusta Chełkowskiego *Fizyka dielektryków/Dielectric Physics* (PWN/Elsevier, Warszawa 1990 – wydanie ostatnie) [8]. Badania te rozwijały „molekularną” interpretację NDE zapoczątkowaną przez „model nożycowy” Piekary.

Nieliniowa spektroskopia dielektryczna, oczekiwana spektroskopia dielektryczna XXI wieku, jest wciąż na początku swej drogi. Dlatego przywołanie jak i weryfikacja nieco dziś zapomnianych, a jakże ważnych odkryć Arkadiusza Piekary może być bardzo istotne. Okazuje się bowiem, że pełne wypełnienie schematu *experimentum crucis* z rys. 4 jest możliwe na bazie istniejących obecnie wyników (!).

Autorzy tej pracy są związani z tematyką NDE od dawna. Przede wszystkim nasza „kariera” naukowa jest związana z długoletnią współpracą z prof. dr. hab. Jerzym Zioło, który jako młody asystent przybył do tworzącego się Instytutu Fizyki Uniwersytetu Śląskiego z Poznania wraz z prof. dr. hab. Augustem Chełkowskim (w tych czasach doc. Chełkowskim) [8], który z kolei był jednym z najważniejszych uczniów prof. dr. hab. Arkadiusza Piekary. W Katowicach prof. Chełkowski zajął się nową tematyką tworząc i rozwijając Zakład Fizyki Ciała Stałego. Swoją pasję do badania NDE w cieczach przekazał prof. Jerzemu Zioło, który w swojej pracy habilitacyjnej pokazał anomalny dodatni wzrost NDE przy zbliżaniu się do tempera-

tury przejścia fazowego ciecz izotropowa–nematyk w fazie izotropowej n-p-methyloxybenzylidene-p'-butylaniline (MBBA) [17]. Jeden ze współautorów tej pracy (SJR) badaniom NDE [18–20] i potem elektrooptycznego efektu Kerra (EKE) [20–21] poświęcił swój doktorat i habilitację badaniom NDE w roztworach krytycznych. Doktorat współautorki był związany z nowymi możliwościami badań NDE w fazie izotropowej materiałów ciekłokrystalicznych [22,23].

W latach 1986–89 pokazano, że temperaturową ewolucję NDE w fazie jednorodnej roztworów krytycznych można opisać za pomocą „krytycznej” zależności potęgowej z uniwersalnym wykładnikiem krytycznym  $\psi$ , mianowicie [18,19]:

$$\mathcal{E}_{\text{NDE}} = \frac{\Delta \varepsilon^E}{E^2} = A_{\text{NDE}}(T - T_c)^{-\psi \approx 0,37}. \quad (3)$$

Taka uniwersalność jest zgodna ze współczesną fizyką przejść fazowych, gdzie różne wielkości fizyczne opisuje się za pomocą zależności potęgowych związanych z uniwersalnymi wykładnikami krytycznymi zależnymi tylko od wymiaru parametru porządku  $n$  i przestrzeni  $d$ . W przypadku roztworów krytycznych  $d = 3$  i  $n = 1$ . Ponadto wykładniki krytyczne dla różnych wielkości fizycznych można opisać za pomocą ograniczonego zbioru podstawowych wykładników, z których tylko dwa są niezależne, np. dla promienia korelacji fluktuacji krytycznych  $\xi(T) = \xi_0(T - T_c)^{-\nu \approx -0,63}$ , parametru porządku  $M(T) = B|T - T_c|^{0,325}$  czy podatności  $\chi(T) = \chi_0(T - T_c)^{-\gamma \approx -1,2}$  [24]. Wykładniki przyjmują wartości średniopolowe dla  $d \geq 4$  lub ekwiwalentnie, gdy możliwe jest założenie „nieskończonego” zasięgu oddziaływań, wtedy:  $\gamma = 1$ ,  $\beta = 1/2$ ,  $\nu = 1/2, \dots$ . Podstawą takiej uniwersalności jest zdominowanie obszaru przedkrytycznego przez fluktuacje mającej się pojawić nowej fazy, który rozmiary (promień korelacji) i czas życia wzrastają nieograniczenie przy zbliżaniu się do temperatury krytycznej.

Ustalona w pracach [18,19] uniwersalna wartość wykładnika krytycznego dla NDE była jednak w dramatycznej niezgodności z przewidywaniami teoretycznymi. Modele Goulona i in. [25], Hoye i Stella [26] oraz Onukiiego i Doi [27] przewidywały zgodnie:  $\psi = \gamma - 2\beta = 1,23 - 2 \cdot 0,325 \approx 0,58$ . Taki sam wykładnik krytyczny modele teoretyczne przewidywały na NDE i dla elektrooptycznego efektu Kerra (EKE). Jednak w tym ostatnim przypadku ewidencja doświadczalna była jeszcze bardziej wstrząsająca: uzyskiwano bowiem całą gamę wartości od  $\psi = 0,65$  do  $\psi = 0,85$  [21,28,29]. Każdy fizyk doświadczony w badaniach przejść fazowych wie, że te rozbieżności mają wręcz jakościowe znaczenie i są niespotykane dla innych wielkości fizycznych. Miała więc miejsce sytuacja doświadczalna:

$$\psi_{\text{NDE}} < \psi_{\text{teoret.}} < \psi_{\text{EKE}} \quad (4)$$

zamiast teoretycznie oczekiwanej zależności:

$$\psi_{\text{NDE}} = \psi_{\text{teoret.}} = \gamma - 2\beta = \psi_{\text{EKE}}. \quad (5)$$

W pracy [20] pokazano, że paradoksalnie zarówno relacja (4) jak i (5) mogą być prawdziwe (!).

Przed wszystkim zwrócono uwagę na różnice w definicji eksperymentalnych określeń NDE i EKE, mianowicie  $\mathcal{E}_{\text{NDE}} = (\varepsilon^E - \varepsilon)/E^2 = (\varepsilon^{\parallel} - \bar{\varepsilon})/E^2$  oraz  $\mathcal{E}_{\text{EKE}} = (1/\lambda)(n^{\parallel} - n^{\perp})/E^2$ , gdzie przenikalność dielektryczna ( $\varepsilon$ ) i współczynnik załamania światła ( $n$ ) są określone względem kierunku zewnętrznego silnego pola elektrycznego: równoległe ( $\parallel$ ), prostopadłe ( $\perp$ ) oraz dla średniego nieuporządkowania ( $\bar{\phantom{x}}$ ).

W pracy [20] zauważono, że przedprzejściowe fluktuacje krytyczne, niezwykle czułe na zewnętrzne zaburzenia, ulegają w silnym polu elektrycznym anizotropowej deformacji, tak że opisujący je promień korelacji nie jest już izotropowy, tzn.  $\xi = (\xi_{\parallel}, \xi_{\perp}, \xi_{\perp})$ , przy czym  $\xi_{\parallel} \propto (T - T_c)^{-\nu \approx -0,63}$ , tak jak w roztworze krytycznym dla  $E = 0$ , oraz  $\xi_{\perp} \propto (T - T_c)^{-\nu = -1/2}$ , czyli tak jak dla opisu średniopolowego. Nietypowe przejście („crossover”) do opisu średniopolowego ( $\nu = 1/2$  dla  $\xi_{\perp}$ ) ma związek z faktem, że liczba sąsiadujących fluktuacji dla kierunku opisanego składową  $\xi_{\perp}$  jest znacznie większa niż dla izotropowej „kulistej” fluktuacji ( $E = 0$ ) opisaną jedną wartością  $\xi$ . Zwiększenie liczby sąsiadów dla kierunku opisanego  $\xi_{\perp}$  można rozpatrywać jako praktyczną, doświadczalną realizację przejścia od wymiaru przestrzeni  $d = 3$  ( $\nu \approx 0,63$ , przypadek nieklasyczny) do  $d = 4$  ( $\nu = 1/2$ , przypadek klasyczny – średniopolowy). Analiza wspomnianych modeli teoretycznych [25–27] opisujących anomalie krytyczną NDE prowadzi do wniosku, że opisuje ją relacja [20]:

$$\mathcal{E}_{\text{NDE}} = A_{\text{NDE}}(T - T_c)^{-\psi} \propto \xi^{-d} \chi^2. \quad (6)$$

Do prawej części powyższego równania możemy zastosować relację skalowania wprowadzoną przez Michaela Fischera (być może największego fizyka zjawisk krytycznych) [20]:

$$\mathcal{E}_{\text{NDE}}, \mathcal{E}_{\text{EKE}} \propto \xi^{-d} \chi^2 = \xi^{-d} \chi \chi \propto \langle \Delta M^2 \rangle_{\nu} \chi. \quad (7)$$

Ostatnia relacja podkreśla fakt, że formalnie ta sama zależność winna opisywać przedprzejściowy wzrost w fazie jednorodnej roztworów krytycznych zarówno dla NDE jak i EKE. Zależą one od krytycznych anomalii promienia korelacji  $\xi \propto (T - T_c)^{-\nu}$ , podatności na zewnętrzne zaburzenie (ściślności)  $\chi \propto (T - T_c)^{-\gamma}$  oraz średniego kwadratu fluktuacji parametru porządku w lokalnej mezoobjętości  $\langle \Delta M^2 \rangle_{\nu} \propto (T - T_c)^{2\beta}$ .

Reszta była tylko kwestią wykorzystania różnicy w eksperymentalnych definicjach NDE i EKE. Dla anomalii NDE najprościej zastosować relację (7) w postaci [20]:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{NDE}} &= A_{\text{NDE}}(T - T_c)^{-\psi_{\text{NDE}}} \propto \langle \Delta M^2 \rangle_{\nu} \chi \\ &\propto (T - T_c)^{2\beta} (T - T_c)^{-\gamma} = (T - T_c)^{-2 \cdot 0,325} (T - T_c)^{-1,02} \\ &\propto (T - T_c)^{-\psi_{\text{NDE}} = -0,37}. \end{aligned} \quad (8)$$

W powyższej analizie uwzględniono „mieszana krytyczność”, tzn. nieklasyczno-klasyczną charakterystykę promienia korelacji. Prowadzi ona do klasycznej ( $\gamma = 1$ ) charakterystyki ściślności, ponieważ słabe pole mierzące

w pomiarach NDE „próbkuje” własności wydłużonych fluktuacji krytycznych wzdłuż kierunku  $\xi_{\perp}$ , opisywane go klasycznie (średniopolo). W powyższej relacji przyjęto  $\gamma = 1,02$ , wartość charakterystyczną przy przejściu (cross-over) z domeny nieklasycznej do klasycznej, czyli z wymiaru przestrzeni  $d = 3$  do  $d = 4$ , w zjawiskach krytycznych. Jednak fluktuacje krytyczne pojawiają się i znikają tak samo w stanie bez pola ( $\varepsilon = \bar{\varepsilon}$ ) jak i z polem elektrycznym ( $\varepsilon^E = \varepsilon^{\parallel}$ ). Zatem opisująca ten proces funkcja  $\langle \Delta M^2 \rangle_v$  pozostaje nieklasyczna w sensie teorii zjawisk krytycznych i zatem jest zawsze opisywana przez tą samą wartość wykładnika krytycznego  $\beta \approx 0,325$ .

Dla modeli [25–27] różnica w eksperymentalnych definicjach NDE i EKE nie miała znaczenia, gdyż promień korelacji był tam izotropowy. Dla anizotropowego promienia korelacji te różnice mają zasadnicze znaczenie: NDE i EKE testują inne elementy wynikające z tej anizotropowości. Dla EKE [20]:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{EKE}} &= A_{\text{EKE}}(T - T_c)^{-\psi_{\text{EKE}}} \propto \chi^2 \xi^{-d} \\ &\propto \chi^2 \xi_{\perp} \xi_{\parallel} \propto (T - T_c)^{-1,24} (T - T_c)^{1/2} (T - T_c)^{2,63} \\ &= (T - T_c)^{-\psi_{\text{EKE}} \approx -0,85}. \end{aligned} \quad (9)$$

Powyzsza analiza wykorzystala unikalne „uniwersalne” mozliwosci oferowane przez wspolczesna fizyke zjawisk krytycznych. Otrzymano wartosc wykladnika krytycznego w doskonalej zgodnosci z eksperymentem dla NDE, ale tylko z niektórymi wynikami dla EKE. W tym ostatnim przypadku obserwowano bowiem wartosci wykladnika krytycznego w przedziale  $\psi_{\text{EKE}} = 0,65\text{--}0,85$ . Fakt ten mozna prosto wyjasnic analizujac warunki eksperymentalne w badaniach NDE i EKE. W tym ostatnim przypadku stosowane pola elektryczne sa ok. 10 razy mniejsze niz w badaniach NDE, co umozliwia niezwykla czulosc metody EKE. Deformacja fluktuacji krytycznych – „kropki” – jest proporcjonalna do  $E^2$ . Zatem w przypadku NDE pole elektryczne wyplywa ok. 100 razy mocniej na deformacje fluktuacji niz dla EKE. Wartosc  $\psi_{\text{EKE}} = 0,85$  otrzymano w roztworze krytycznym, dla ktorego roznicza przenikalnosci dielektrycznej skladnikow roztworu wynosila az  $\varepsilon_1 - \varepsilon_2 \approx 30$ . W takiej sytuacji roznicza przenikalnosci dielektrycznej fluktuacji krytycznych jest bardzo rozna od przenikalnosci cieczowego otoczenia i deformacyjne dzialanie silnego pola elektrycznego jest ogromne. Ma miejsce pelna klasyczno-nieklasyczna anizotropia promienia korelacji. Wartosc  $\psi_{\text{EKE}} = 0,65$  otrzymano dla roztworow krytycznych, gdzie  $\varepsilon_1 - \varepsilon_2 \approx 7\text{--}10$ : deformacja fluktuacji byla ograniczona i w konsekwencji srednia wartosc wykladnika krytycznego opisujacego promien korelacji byla posrednia pomiedzy przypadkiem klasycznym i nieklasycznym. Mozna wiec przypuszczac, ze kiedy  $\varepsilon_1 - \varepsilon_2 \rightarrow 0$ , to wartosc wykladnika  $\psi_{\text{EKE}}$  powinna zdazac do w pelni nieklasycznej, „izotropowej” wartosci ok. 0,59. Taki wlasnie wynik udalo sie uzyskac w pracy [20].

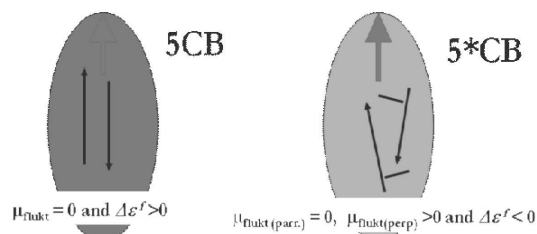
Zaleznosc  $\mathcal{E}_{\text{NDE}} \propto \langle \Delta M^2 \rangle_v \chi$  jest w stanie opisac takze efekt przedprzejsciowy NDE w fazie izotropowej pretopodobnych materialow cieklokrystalicznych np. MBBA czy 5CB, klasycznego materialu uzywanego w wyswietlaczach

cieklokrystalicznych [20,30]. Materialy te mozna przyblizyc za pomoca wydłużonych elipsoid o stosunku dlugiej osi do krótkiej (tzw. aspect ratio) wynoszącym co najmniej 4. Naturalna anizotropia i sztywnosc musi prowadzic do sredniopolowych wlasnosci przedprzejsciowych przy zbliżaniu sie w fazie izotropowej do slabo nieciągłego przejścia fazowego do fazy nematycznej (I–N). Potwierdza to jednoznacznie ewidencja doswiadczalna dajaca np.  $\chi \propto 1/(T - T^*)$ , gdzie  $T^*$  jest ekstrapolowana temperatura hipotetycznego ciągłego przejścia fazowego, dla MBBA i 5CB leżaca ok. 1 K ponizej temperatury klarowania (przejścia I–N) [31].

Średni kwadrat fluktuacji parametru porządku jest stały i dla znakomicie pretopodobnych molekuł 5CB czy MBBA  $\langle \Delta M^2 \rangle_v \propto \langle |\Delta M| \rangle_v^0 \langle |\Delta M| \rangle_v^f \propto \Delta \varepsilon^0 \Delta \varepsilon^f$ , gdzie  $\Delta \varepsilon^0$  i  $\Delta \varepsilon^f$  są anizotropiami przenikalności dielektrycznej molekuly lub alternatywnie doskonale uporządkowanej nematycznej próbki w granicy statycznej ( $f \rightarrow 0$ ) oraz dla radioczęstotliwości pomiarowej  $f$ . Przekształca to zależność opisującą NDE w roztworach krytycznych do postaci [20,30]:

$$\mathcal{E}_{\text{NDE}} \propto \frac{\Delta \varepsilon^0 \Delta \varepsilon^f}{T - T^*}. \quad (10)$$

Jest ona w znakomitej zgodnosci z przewidywaniami fenomenologicznego modelu sredniopolowego Landaua–de Gennesa [32], podstawowego przy analizie wlasnosci materialow cieklokrystalicznych. Co jednak sie stanie, gdy molekula jest chiralna, tzn. ma geometryczne ograniczenie nie pozwalajace na równolegla orientacje? Fluktuacje prenematyczna w fazie izotropowej w takiej sytuacji przedstawia rys. 5. Charakterystyczne dla nematyka i prenematyka

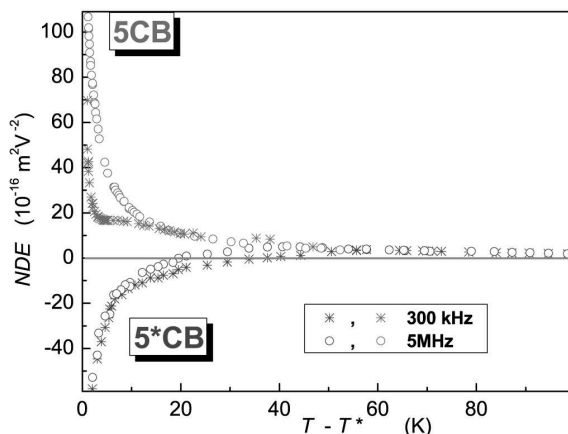


Rys. 5. Schematyczna prezentacja aranżacji molekuł we fluktuacji prenematycznych w 5CB i 5\*CB. Dla chiralnego 5\*CB istnieje element steryczny (zaznaczony na rysunku) uniemożliwiający antyrównoległe ułożenie molekuł. Strzałki pokazują ułożenie trwałego momentu dipolowego.

tyka antyrównoległe uporządkowanie momentów dipolowych sprzężonych z pretopodobnymi molekułami hematogenu dla 5CB może prowadzić nawet do zaniku wypadkowego momentu dipolowego ( $\mu$ ). Pojawia się ogromna różnica pomiędzy przenikalnościami dielektrycznymi fluktuacji prenematycznej i otoczenia, co jest źródłem pojawiania się anomalii krytycznej w 5CB. Dla 5\*CB momenty dipolowe molekuł we fluktuacji prenematycznej są, z przyczyn sterycznych, zdecydowanie nierównoległe. „Kasowanie” momentów dipolowych związanych z prenematyczną antyrównoległością dotyczy tylko składowej równoległej

względem średniego kierunku uporządkowania we fluktuacji ( $\mu_{\text{part.}}, \mu_{\parallel}$ ) i w konsekwencji pojawia się silny wypadkowy moment dipolowy w kierunku prostopadłym do średniego uporządkowania ( $\mu_{\text{perp.}}, \mu_{\perp}$ ). W wyniku takiej aranżacji molekularnej anizotropia fluktuacji prenematycznej jest ujemna, tzn.  $\Delta M^f = \varepsilon_{\parallel} - \varepsilon_{\perp} < 0$ . Ponieważ dla  $f \rightarrow 0$  rejestrowana bezpośrednio anizotropia dielektryczna molekuli, a ta dla 5CB i 5\*CB jest zawsze dodatnia ( $\Delta\varepsilon^0 > 0$ ), to amplituda efektu przedprzejściowego NDE jest ujemna:  $A_{\text{NDE}} \propto \Delta\varepsilon^f \Delta\varepsilon^0 < 0$ .

Od czasów Piekary uważano, że jedynym i wyłącznym źródłem ujemnego znaku NDE jest efekt orientacyjny Herwega–Debye’a [1,8]. Każde inne źródło molekularne winno dawać dodatni przyczynek do NDE, w szczególności dowolnego typu fluktuacje. To dominujące przez dekady przekonanie [8] stało się wśród badaczy NDE niemal dogmatem, pomimo braku formalnego uzasadnienia. Powyższa analiza i wynik eksperymentalny pokazany poniżej pokazuje, że możliwy jest ujemny NDE pochodzący od silnych fluktuacji przedprzejściowych.



Rys. 6. Zależność NDE w fazie izotropowej 5CB i 5\*CB, przy zbliżaniu się do fazy nematycznej. Wyniki dotyczą dwóch częstotliwości pomiarowych, dla wskazania nowych możliwości metody NDE, a właściwie już nieliniowej spektroskopii dielektrycznej [30].

Zatem został sformułowany „model krytyczny” NDE pozwalający na ilościowy opis NDE w roztworach krytycznych. Ponadto udało się go poszerzyć na opis anomального zachowania NDE w fazie izotropowej materiałów ciekłokrystalicznych co doprowadziło do odkrycia nieorientacyjnego, fluktuacyjnego, ujemnego NDE.

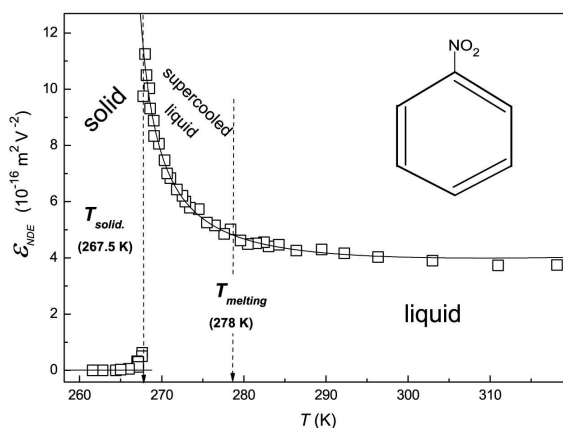
*Experimentum crucis* Francisca Bacona wymagałoby teraz użycia tego „modelu krytycznego” do opisu własności NDE w czystym nitrobenzenie, a tam żaden krytyczny wydawał się być wykluczony, za wyjątkiem nieistotnego tu punktu krytycznego ciec–gaz. Jednak ostatnio w pracy [33] zwrócono uwagę na praktyczny brak precyzyjnych badań temperaturowych dla nitrobenzena, zarówno dla NDE jak i innych własności fizycznych. Dodatkowo, w ostatniej dekadzie pokazała się jednoznaczna ewi-

dencja, że w czystych „zwykłych” (niemezomorficznych) cieczach może istnieć drugi punkt krytyczny lub bliskokrytyczny, związany z przejściem ciec–ciecz [34]. De facto, to jeden z „najgorętszych” fenomenów w chwili obecnej. Ten drugi punkt krytyczny najczęściej był lokowany w fazie przechłodzonej lub wręcz szklistej [34].

W pracy [33] pokazano, że nitrobenzen można dość łatwo przechłodzić i połączone jest to z anomalnym, silnym wzrostem NDE (!), co pokazuje rys. 7. Otrzymany efekt przedprzejściowy można opisać relacją [33]:

$$\varepsilon_{\text{NDE}}(T) = a + bT + A(T - T^+)^{-\varphi}, \quad (11)$$

gdzie  $\varphi = 1 \pm 0,05$ ,  $A = 24 \pm 3 [10^{-16} \text{ m}^2 \cdot \text{V}^{-2} \cdot \text{K}]$ ,  $T^* = 265 \pm 0,5 [\text{K}]$  i  $b = 0,02 \pm 0,005 [10^{-16} \text{ m}^2 \cdot \text{V}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$ . Człon  $a + bT$  może być uznany za tzw. efekt tła.



Rys. 7. Temperaturowa zależność NDE w przechłodzonym i stałym nitrobenzenie. Pokazano także postać molekuli [33].

Wykorzystanie nowych możliwości badania dynamiki procesów kooperatywnych za pomocą NDS pozwoliło też stwierdzić że, w obszarze przechłodzonym pojawiają się struktury multimolekularne opisane czasem relaksacji dochodzącym do kilku milisekund (!), a więc wiele dekad wolniejszych niż typowe procesy molekularne związane np. z oddziaływaniem dipol–dipol. Jedyną przyczyną tej „długoczasowej” dynamiki oraz wzrostu NDE na rys. 7 mogą być fluktuacje związane z „ukrytym” przejściem ciec–ciecz. Okazało się przy tym, że teoretycznie istnienie takiej „ukrytej” anomalii dla nitrobenzena było de facto przewidziane teoretycznie przez Jeana Hanusa dla efektu Kerra już w 1969 roku [35]. Po uogólnieniu także dla NDE relacja Hanusa przyjmuje postać [33]:

$$\frac{\Delta n}{E^2}, \frac{\Delta\varepsilon^E}{E^2} \propto f'(\varepsilon) \frac{16\pi}{45k_B} \frac{\Delta\alpha' \Delta\alpha}{T - T_i} \propto (T - T_i)^{-1}, \quad 1,05T_K \geq T > T_K, \quad (12)$$

gdzie  $f'(\varepsilon)$  to czynnik związany z polem lokalnym,  $\Delta\alpha$  i  $\Delta\alpha'$  oznaczają anizotropie polaryzowalności dla anizotropowej molekuli,  $T_i$  oznacza najniższą temperaturę, do której można przechłodzić daną ciecz, a  $T_K$  jest temperaturą „zamarzania” orientacyjnego, gdzie zachodzi nieciągłe przejście fazowe.

Relacja ta została wprowadzona przez Hanusa dla opisu procesu autoogniskowania (self-focusing) silnego promienia laserowego w cieczach. Hanus sugerował, że jego zależność winna też opisywać efekt przedprzejściowy w fazie izotropowej materiałów ciekłokrystalicznych. Wniosek ten potwierdza doskonała zgodność relacji (9) z przewidywaniami modelu Landaua-de Gennesa [32], którego jednak absolutna dominacja w opisie materiałów ciekłokrystalicznych spowodowała zapewne niejako zapomnienie o modelu Hanusa.

Warto tu wspomnieć, że w pracy [33] wskazano na quasi-nematyczny charakter przedprzejściowych struktur multimolekularnych w przechłodzonym nitrobenzenie, co łączy otrzymaną anomalie NDE nie tylko z modelem Hanusa, ale i anomalia „krytyczną” w fazie izotropowej materiałów ciekłokrystalicznych.

Przedstawione poniżej nowe wyniki dla nitrobenzenu jednoznacznie pokazują na możliwość wykorzystania „modelu” krytycznego do ilościowej i jakościowej charakterystyki NDE zarówno w nitrobenzenie jak i w roztworach krytycznych czy ciekłych kryształach. Ponadto „model krytyczny” doprowadził do odkrycie ujemnego, nieorientacyjnego przyczynku do NDE. „Model nożycowy” [1,5–8] nie prowadzi do opisu zmian NDE ani w roztworach krytycznych, ani w fazie izotropowej materiałów ciekłokrystalicznych. W szczególności ten model nie przewiduje ujemnego, nieorientacyjnego NDE. Zatem wypełnienie warunków eksperymentu krzyżowego pozwala wprowadzić brzytwę Ockhama jako ostatecznego weryfikatora hipotez.

Chcemy jednak zaznaczyć, że pokazane tu wyniki w żadnym stopniu nie umniejszają genialnego, zdaniem autorów, wkładu Arkadiusza Piekary. Gdyby nie jego inspiracje, żaden z powyższych wyników by nie powstał. O niezwykłej intuicji Piekary świadczy łączenie fenomenów obserwowanych w czystym nitrobenzenie i w roztworach krytycznych, i zajęcie się w ostatniej fazie kariery samoogniskowaniem promienia laserowego (patrz model Hanusa!). Każde odkrycie, także wielkie odkrycie, trzeba rozpatrywać z perspektywy czasów, w których ono powstało. Z takiej perspektywy dyskutowane wyniki Arkadiusza Piekary wyrastają do poziomu rzadko osiąganego przez ówczesną (lata trzydzieste XX wieku) Naukę Polską. Na pewno jednak pewnej reanalizy wymaga ogromna grupa wyników późniejszych badań NDE biorąca pod uwagę wyłącznie oddziaływania międzymolekularne czy de facto kontynuujących „model nożycowy”.

Praca ta została przygotowana dzięki wsparciu grantu indywidualnego MNiSW na lata 2009–12 (kier. projektu: Sylwester J. Rzoska).

## Literatura

[1] A. Piekara, *Nayjaśniejszemu y Naypotężniejszemu Panu – Memoires of Arkadiusz Piekara* (PAX, Warsaw 1981).

- [2] J. Herweg, *Z. Phys.* **3**, 36 (1920); J. Herweg, W. Poetsch, *Z. Phys.* **29**, 105 (1922).
- [3] P. Debye, *Phys. Z.* **36**, 193 (1935).
- [4] T. Furukawa, K. Nakajima, T. Koizumi, M. Date, *Jpn. J. Appl. Phys.* **26**, 1039 (1987).
- [5] A. Piekara, B. Piekara, *C. R. Acad. Sci. Paris* **203**, 852 (1936).
- [6] A. Piekara, *C. R. Acad. Sci. Paris* **203**, 1058 (1936).
- [7] A. Piekara, *Proc. R. Soc. London, Ser. A* **172**, 360 (1939).
- [8] A. Chełkowski, *Dielectric Physics* (PWN–Elsevier, Warsaw 1980 and 1992).
- [9] S.J. Rzoska, *Phase Transitions* **27**, 1 (1990).
- [10] J. Chrapeć, S.J. Rzoska, J. Ziolo, *Chem. Phys.* **111**, 155 (1987).
- [11] *Wielka encyklopedia powszechna* (PWN, Warszawa 1962), s. 342.
- [12] *Broad Band Dielectric Spectroscopy*, red. F. Kremer, A. Shoenhals (Springer, Berlin 2003).
- [13] *Nonlinear Dielectric Phenomena in Complex Liquids*, NATO Sci. Series II, vol. 157, red. S.J. Rzoska, V. Zhelezny (Kluwer, Brussels 2004).
- [14] J.-P. Bouchard, G. Biroli, *Phys. Rev. B* **72**, 064204 (2005).
- [15] N. Lacevic, F.W. Starr, T.B. Schroeder, S.C. Glotzer, *J. Chem. Phys.* **110**, 7372 (2003).
- [16] S. Weinstein, R. Richert, *Phys. Rev. B* **75**, 064302 (2007).
- [17] J. Małecki, J. Ziolo, *Chem. Phys.* **35**, 187 (1978).
- [18] S.J. Rzoska, J. Chrapeć, J. Ziolo, *Physica A* **139**, 569 (1986).
- [19] J. Chrapeć, S.J. Rzoska, *Phys. Lett.* **A139**, 343 (1989).
- [20] S.J. Rzoska, *Phys. Rev. E* **48**, 1136 (1993).
- [21] S.J. Rzoska, V. Degiorgio, M. Giardini, *Phys. Rev. E* **49**, 5234 (1994).
- [22] A. Drozd-Rzoska, S.J. Rzoska, J. Ziolo, *Liquid Crystals* **21**, 273 (1996).
- [23] A. Drozd-Rzoska, S.J. Rzoska, K. Czupryński, *Phys. Rev. E* **61**, 5355 (2000).
- [24] M.A. Anisimov, *Critical Phenomena in Liquids and in Liquid Crystals* (Nauka, Moscow 1987).
- [25] J. Goulon, J.L. Greffe, D.W. Oxtoby, *J. Chem. Phys.* **70**, 4742 (1979).
- [26] J.S. Hoye, G. Stell, *J. Chem. Phys.* **81**, 3200 (1984).
- [27] A. Onuki, M. Doi, *Europhys. Lett.* **17**, 63 (1992).
- [28] R. Piazza, T. Bellini, V. Degiorgio, R.E. Goldstein, S. Leibler, R. Lipowsky, *Phys. Rev. B* **38**, 7223 (1988).
- [29] W. Pyzuk, *Europhys. Lett.* **17**, 339 (1992).
- [30] A. Drozd-Rzoska, S.J. Rzoska, M. Paluch, S. Pawlus, J. Ziolo, P.G. Santangelo, C.M. Roland, K. Czupryński, R. Dąbrowski, *Phys. Rev. E* **71**, 5234 (2005).
- [31] *Handbook of Liquid Crystals, Vol. 1: Fundamentals*, red. D. Demus, J. Goodby, G.W. Gray, H.W. Spiess, V. Vill (Springer Verlag, Berlin, 1998).
- [32] P.G. de Gennes, J. Prost, *The Physics of Liquid Crystals* (Oxford Univ. Press., Oxford 1994); P.G. de Gennes, *The Physics of Liquid Crystals* (Oxford Univ. Press., Oxford 1974).
- [33] A. Drozd-Rzoska, S.J. Rzoska, J. Ziolo, *Phys. Rev. E* **77**, 041501 (2008).
- [34] H. Tanaka, *Phys. Rev. E* **62**, 6968 (2000).
- [35] J. Hanus, *Phys. Rev.* **178**, 420 (1969).

# Józef Rotblat: jego życie i osiągnięcia

Martin C. Underwood

*University of Oxford, Department of Physics*

*Streszczenie:* Józef Rotblat był jednym z najwybitniejszych fizyków jądrowych i bojowników o pokój w okresie po zakończeniu drugiej wojny światowej. Jego działalność w służbie pokoju porównywalna jest z działalnością Alberta Einsteina i Bertranda Russela, i otrzymał za nią Pokojową Nagrodę Nobla, wspólnie z ruchem Pugwash, którego był współzałożycielem. W niniejszym artykule opisuję jego działalność i okoliczności, jakie wpłynęły na jego osobowość we wczesnym okresie w Polsce. Po tym okresie dołączył do Jamesa Chadwicka na Uniwersytecie w Liverpoolu i rozpoczął prace przy zbudowanym tam właśnie cyklotronie. Następnie, wraz z Chadwickiem, przystąpił do Projektu Manhattan. To doświadczenie miało ukształtować jego życie. Przebywał w Los Alamos niecały rok, zanim zdecydował się opuścić Projekt. Podejrzewano go o szpiegostwo. Rotblat został potem profesorem fizyki w Szkole Medycznej St Bartholomew's i był pionierem w zastosowaniu akceleratora liniowego 15 MeV w terapii i badaniach naukowych. Wniósł fundamentalny wkład w zrozumienie skutków opadu z prób broni jądrowej. Z prof. Patrycją Lindop wniósł istotny wkład w zrozumienie biologicznych skutków promieniowania. Jest wybitną postacią, a jego wkład dla dobra ludzkości powinien być lepiej znany i szerzej rozumiany.

---

## Joseph Rotblat: His Life and Achievements

*Abstract:* Joseph Rotblat was one of the most distinguished nuclear physicists and peace campaigners of the post second world war period. His peace activities rank along side those of Albert Einstein and Bertrand Russel and for which he won the Nobel Peace prize, jointly with the Pugwash movement, that he helped found. In this paper his early work and influences in Poland are described. He then joined James Chadwick at Liverpool University and began work on the cyclotron recently constructed there. Rotblat then, together with Chadwick joined the Manhattan project. This experience was to shape his life. He stayed at Los Alamos for less than a year before walking out. He was suspected of being a spy. Rotblat then became professor of physics at St. Bartholomew's Medical College and pioneered the use of a 15 MeV Linac in treatment and research. He made fundamental contributions to understanding the effects of the fallout from nuclear bomb tests. He also, together with Professor Patricia Lindop, made important contributions to understanding the biological effects of radiation. He is a towering intellectual figure and his contributions to mankind should be better known and more widely understood.

---

## Wstęp

Profesor Sir Józef Rotblat był jednym z najwybitniejszych naukowców i bojowników o pokój okresu po drugiej wojnie światowej. Wniósł znaczący wkład do fizyki jądrowej i pracował nad stworzeniem bomby atomowej. Następnie stał się jednym z wiodących światowych badaczy skutków biologicznych promieniowania. Jego życie od wczesnych lat 1950 aż do śmierci w sierpniu 2005 było poświęcone likwidacji broni jądrowej i działaniu na rzecz pokoju. Za to dostał w roku 1995 Pokojową Nagrodę Nobla. Jego osiągnięcia w tej działalności dorównywały osiągnięciom Alberta Einsteina i Bertranda Russela. Jego wkład do fizyki jądrowej, a może raczej, co ważniejsze, do wiedzy

o biologicznych skutkach promieniowania, jest najwyższej jakości. Niniejszy artykuł stanowi próbę ukazania okoliczności, które kształtowały jego osobowość, podsumowania życia i osiągnięć jako uczonego i zarysowania jego poglądów na moralną odpowiedzialność uczonego.

## Wczesne lata w Polsce i okoliczności, które kształtowały wówczas jego osobowość (1908–1939)

Józef Rotblat urodził się w Warszawie 4 listopada 1908, jako jedno z pięciorga pozostałych przy życiu dzieci. W tym okresie Polska była krajem podzielonym, z Warszawą pod zaborem carskim, gdzie w szkołach i na uniwer-



sytetach nie wolno było uczyć w języku polskim<sup>1,2</sup>. Jego ojciec Zygmunt, który był Żydem, rozwinął na skalę krajową i prowadził firmę zajmującą się transportem konnym, posiadał ziemię i hodował konie.

Jego wczesne lata upłynęły w zamożnym gospodarstwie, ale okoliczności zmieniły się wraz z wybuchem I wojny światowej, wraz z zamknięciem granic i zarekwirowaniem koni, co doprowadziło do upadku firmy i do ubóstwa. Cierpiał srogą biedą, a jego rodzina pędziła nielegalnie samogon, aby zarobić na utrzymanie. Po zakończeniu wojny los rodziny nie poprawił się; Józef zaczął więc pracę jako domowy elektryk w Warszawie, i miał rosnącą ambicję, by zostać fizykiem. Mimo braku formalnego wykształcenia zdobył miejsce w Wolnej Wszechnicy Polskiej i uzyskał dyplom magistra w roku 1932. Wolna Wszechnica miała bliskie związki z Pracownią Radiologiczną im. Mirosława Kernbauma Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, którego honorowym dyrektorem była Maria Skłodowska-Curie. Rotblat pojawił się w Pracowni Radiologicznej jako student ostatniego roku, by zrobić ćwiczenia praktyczne. To tam właśnie dostał się pod wpływ Ludwika Wertensteina, którego opisywał nie tylko jako swojego profesora, ale także doradcę [1]. Wertenstein studiował w Paryżu z Madame Curie, a w Cambridge z Jamesem Chadwickiem. Chadwick odkrył neutron w roku 1932 pracując z Ernestem Rutherfordem, i otrzymał w roku 1935 Nagrodę Nobla. Wertenstein był badaczem, uczonym, językoznawcą, poetą, ale, co najważniejsze dla Rotblata, humanistą. Ważne dla Rotblata było to, że Wertenstein miał humanistyczne podejście do nauk przyrodniczych. To on wpoił mu myśl, że uczyony ponosi odpowiedzialność za swoje prace. Józef Rotblat uwierzył w coś w rodzaju „Przysięgi Hipokratesa” dla naukowców, zgodnie z którą uczeni ślubowaliby, że użyją swoich talentów dla dobra ludzkości. Był przeciwnikiem poglądu, że odkrycia nauki są w pewnym sensie neutralne i uważał, że uczeni nie mogą być obojętni w stosunku do swoich odkryć. Dyplom doktorski z fizyki uzyskał w roku 1938 na Uniwersytecie Warszawskim. Podczas pracy w Warszawie dokonał znaczących odkryć [1]. Uważano wówczas, że neutrony ulegają tylko zderzeniom sprężystym, to znaczy nie tracą energii, zachowując się jak kule bilardowe. Pokazał on jednak, że neutrony biorą udział w reakcjach niesprężystych i w zderzeniach z jądrem mogą stracić duże ilości energii. Do swych doświadczeń używał cegły ze złota o masie 1 kg, wypożyczonej z Mennicy Państwowej [2,3].

Następnie uzyskał posadę asystenta w Pracowni Radiologicznej Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, a w roku 1937 został zastępcą dyrektora Instytutu Fizyki Atomowej Wolnej Wszechnicy Polskiej. W roku 1937 oze-

nił się ze studentką polonistyki, Tolą Gryn, którą poznał w roku 1930.

Wertenstein zachęcał go do pracy za granicą, lecz gdy Rotblat był jeszcze w Warszawie, dowiedział się o pracy Otto Hahna i Fritza Strassmanna, którzy bombardowali uran „powolnymi” neutronami i odkryli obecność lżejszego pierwiastka, baru. Zawiadomili o tych wynikach Lizę Meitner i Ottona Frischa, którzy zdali sobie sprawę, że jądro uranu uległo rozszczepieniu. W przyrodzie występują dwa naturalne izotopy uranu:  $^{238}\text{U}$  i znacznie mniej rozpowszechniony  $^{235}\text{U}$  (mniej niż 1%). Niels Bohr zasugerował, że to  $^{235}\text{U}$  był odpowiedzialny za rozszczepienie. Rotblat powtórzył te doświadczenia i pokazał, że w procesie rozszczepienia więcej neutronów było wysyłanych, niż pochłanianych. Napisał o tym pracę do czasopisma *Nature*, po polsku, i gdy Wertenstein tłumaczył ją na angielski, dowiedział się z rozpaczą, że Frederic Joliot-Curie ubiegł go w publikacji na ten temat. We wczesnych miesiącach roku 1939 Rotblat uświadomił sobie, że może zająć wielka liczba rozszczepień, i że jeśli zajdą one w wystarczająco krótkim czasie, może zostać uwolniona duża ilość energii. Rotblat obliczył, że proces ten mógłby zająć w krótkim czasie (mniej niż mikrosekunda), a jego skutkiem byłby wybuch. Pomysł bomby atomowej zaświtał mu w lutym 1939 [1]. W roku 1939 został też zaproszony na studia do Paryża (przez polskie koneksje prowadzące do Marii Curie) i do Jamesa Chadwicka na Uniwersytet w Liverpoolu. Chadwick budował cyklotron [4], aby badać podstawowe reakcje jądrowe, a ponieważ Rotblat pragnął zbudować podobne urządzenie w Warszawie, zdecydował się dołączyć do Chadwicka w Liverpoolu.

## Uniwersytet w Liverpoolu (1939–43)

Rotblat pojechał sam do Anglii w 1939 roku, gdyż nie stać go było na utrzymanie tam żony. Zdumiony był kiepskim stanem wyposażenia w Liverpoolu, gdzie studencka pracownia fizyczna nie miała nawet zasilania prądem zmiennym. Później stał się aktywny w społeczności polskiej i pełnił rolę przeciwpożarową na wieży uniwersyteckiej, gdy Liverpool stał się celem ataków lotniczych.

Chadwick zadał mu kilka problemów związanych z pomiarami czasów życia krótkożyjących radionuklidów. Jeden z jego pierwszych eksperymentów wymagał zastosowania dwóch liczników Geigera do pomiaru czasów rozpadu promieniotwórczego w przedziale między 1/10 sekundy i 1/10 mikrosekundy, gdzie wykazał swą zręczność jako fizyk doświadczalny; stało się to częścią jego pracy doktorskiej w Liverpoolu i ważnym wkładem w zagadnienie [5].

Na Chadwicku jego praca zrobiła takie wrażenie, że przyznał mu stypendium im. Olivera Lodge’a w wysokości

<sup>1</sup>Korzystałem obszernie z Archiwum Dźwiękowego British Library (pozycja nr 208). Jest tu obszerna, trwająca ok. 20 h seria wywiadów, których Rotblat udzielił Katharine Thompson w swoim własnym domu. Są to nieocenione zasoby, z których, o ile wiem, nie korzystano dotychczas w piśmiennictwie dotyczącym Rotblata. Zapisy nie są dostępne.

<sup>2</sup>Archiwum Bezpieczeństwa Narodowego – Wywiady z czasów zimnej wojny (15.11.1998, Epizod 8, SPUTNIK). Jest to pozarządowa organizacja non-profit zrzeszająca naukowców i dziennikarzy i gromadząca pierwotnie utajnioną informację rządu USA otrzymaną zgodnie z Ustawą o Swobodnym Dostępie do Informacji. Pełne zapisy są dostępne w Internecie.

120 funtów rocznie. Teraz, z wystarczającymi środkami, wrócił do Warszawy latem 1939 z zamiarem zabrania żony do Anglii. Planował wrócić do Anglii pod koniec sierpnia 1939, ale Tola zachorowała na zapalenie wyrostka, więc wrócił sam do Liverpoolu oczekując, że żona przyjedzie później. Jednak 1 września 1939, w dniu, w którym wrócił do Anglii, Niemcy napadły na Polskę, wybuchła wojna i Tola utknęła. Rotblat podejmował coraz bardziej rozpaczliwe próby wydostania jej z Polski przez Belgię, Danię czy Włochy, ale próby te zawiodły, gdyż granice zamknęły się w całej Europie. Tola zginęła w niemieckim obozie koncentracyjnym na Majdanku. To wydarzenie miało ogromny wpływ na całe dalsze życie Rotblata.

Po wybuchu wojny stypendium, które otrzymywał z Polski, skończyło się, i cierpiał srogi niedostatek. Jego osobiste stosunki z Chadwickiem były dobre; odwiedzał go w domu, jeździli razem na ryby czy na wakacje. Na znak swojego poważania dla Rotblata, Chadwick mianował go wykładowcą fizyki jądrowej. To skłoniło Rotblata do szybkiej poprawy angielszczyzny, tak, by mógł wygłaszać wykłady dla studentów.

Najważniejszą motywacją Rotblata do pracy w Liverpoolu z Chadwickiem było prowadzenie eksperymentów przy cyklotronie, który właśnie zaczynał działać. Ten cyklotron o średnicy 37 cali przyspieszał naładowane cząstki, np. protony, do energii aż 4,1 MeV, i jeśli później te cząstki zderzały się z innymi jądrami, mogły zachodzić reakcje jądrowe. Używano go m.in. do produkcji izotopów promieniotwórczych i badania rozpadu promieniotwórczego. Ale od początku wojny aż do końca 1943 prawie cały czas dostępny przy cyklotronie był zajęty dla pracy nad bombą. W listopadzie 1939 roku Rotblat przedstawił Chadwickowi plany bomby, w której paliwem był uran. To nasunęło Chadwickowi myśl, by zachęcić go do wykonania pomiarów energii neutronów wytworzonych w procesie rozszczepienia i części neutronów pochłoniętych przez inne jądra bez wywoływania rozszczepienia. Dołączył do niego Otto Frisch [6]. Rotblat pracował dalej z  $^{235}\text{U}$  i wykonał podstawowe pomiary przekroju czynnego  $^{235}\text{U}$  na neutrony rozszczepienia, przekroju czynnego na rozpraszanie neutronów i widma energii neutronów rozszczepienia. Te doświadczenia wykazały, że bomba jądrowa była możliwa do zrobienia, ale wytworzenie wystarczających na to ilości izotopu  $^{235}\text{U}$  wymagałoby ogromnego wysiłku technologicznego i przemysłowego.

Trzeba tu podkreślić pomysłowość i talent Rotblata jako eksperymentatora. Wraz z Cecilem Powellem z Uniwersytetu w Bristolu (który potem dostał Nagrodę Nobla z fizyki) był pionierem w zastosowaniu czułych emulsji fotograficznych do detekcji neutronów i pomiaru stowarzyszonej energii i rozkładu kąтового emisji. Neutrony zderzają się w emulsji z protonami, które z kolei doznają odrzutu i pozostawiają za sobą ślady z ziaren srebra, których długość można zmierzyć pod mikroskopem. Praca, którą wykonał, została następnie odtajniona i stała się częścią jego liverpoolskiego doktoratu. Wykonał również podstawową pracę dotyczącą spontanicznego rozszczepienia uranu i pokazał, że liczba wysłanych neutronów była z grubsza taka sama,

jak przy indukowanym rozszczepieniu. Ta praca także wymagała trudnych doświadczeń [7].

W czasie tego pobytu w Anglii Rotblat zmagał się z sumieniem. W jednym z wywiadów mówi „Cóż mam zrobić? Czy mam zacząć nad nią pracę?” jasno mając na myśli pracę nad bombą. Jego główny pogląd polegał na tym, że uważał się za „czystego naukowca”, i że nie do niego należała praca nad bronią masowej zagłady. Był jednak świadom, że inni uczeni, a zwłaszcza uczeni niemieccy, niekoniecznie muszą podzielać jego przekonania. Mówiąc wprost, gdyby Hitler miał bombę, wygrałby wojnę. Gdy Polska została napadnięta, zdecydował się pracować nad bombą. Wierzył, że musieliśmy pracować nad bombą po to, żeby nie została użyta. Innymi słowy, gdyby Hitler mógł mieć bombę, to jedynym sposobem, aby przeszkodzić mu w jej użyciu, byłoby posiadanie jej przez stronę przeciwną [8].

Stany Zjednoczone coraz bardziej interesowały się pracą postępującą w Wielkiej Brytanii, i w roku 1942 odbyło się spotkanie na szczycie, w którym uczestniczyli Churchill i Roosevelt. Amerykanie skupili swoje wysiłki na wyprodukowaniu bomby w Laboratorium Los Alamos w Nowym Meksyku, i podjęto decyzję, że zespół Chadwicka tam się przenieśli. Pojawiła się tu jednak pewna trudność, gdyż tylko obywatele brytyjscy mieli pozwolenie na pracę w Projekcie. Rotblat stanowczo chciał zachować swoje polskie obywatelstwo. Chadwick i jego grupa odjechali do USA w grudniu 1943, a Rotblatowi pozwolono dołączyć do nich po dwóch tygodniach, przy czym zachował on polskie obywatelstwo. Rotblat popłynął do Nowego Jorku, a potem pojechał do Waszyngtonu, gdzie miał się spotkać z generałem Grovesem, szefem Projektu Manhattan, bo taki był kryptonim projektu. Dostał pozwolenie na pracę w Los Alamos, gdy Groves uchylił żądanie zmiany jego obywatelstwa na brytyjskie. Gdy tam dotarł, Chadwick był już na miejscu, a uroda Nowego Meksyku, mieszkanie i pensja zrobiły na Rotblacie wielkie wrażenie!

Wrócił do Liverpoolu na przełomie lat 1944 i 1945, aby zostać dyrektorem ds. badań w fizyce jądrowej, po szeregu dramatycznych wydarzeń, które zmieniły jego życie.

## Projekt Manhattan (1944–45)

Rotblat przyjechał do Los Alamos na początku 1944 i wkrótce ogarnęły go mieszane uczucia co do udziału w projekcie. Uważa się, że nie wniósł znaczącego wkładu w opracowanie bomby i nawet podobno narzekał, że nie ma nic do roboty. Wkrótce zaniepokoił się charakterem swojej pracy, ale może ważniejsza była rosnąca świadomość, że celem bomby było podporządkowanie Stalina i Sowietów. Podczas wizyty w Los Alamos generał Groves powiedział przy kolacji, że pierwotnym powodem skonstruowania bomby był zamiar pokonania Stalina. Rotblat był zbulwersowany, gdyż Rosja była naszym sprzymierzeńcem. Sprzeciwiał się ponadto cenzurze swoich listów.

Rotblat stał się jeszcze bardziej niepewny co do swego zaangażowania w Projekt i przy rosnącej świadomości ogromnego wysiłku naukowego, technologicznego

i finansowego doszedł do wniosku, że Niemcy po prostu nie miały środków do budowy bomby. Powiedział w wywiadzie: „Byłem w Los Alamos niecały rok. Przyjechałem na początku 1944, a wyjechałem pod koniec. Gdy tylko przyjechałem do Los Alamos, zdałem sobie sprawę, że mój strach, że Niemcy zrobią bombę, jest bezpodstawny, ponieważ mogłem widzieć olbrzymi wysiłek, którego wymagano od Amerykanów, z ich zasobami praktycznie niekniętymi, nie naruszonymi przez wojnę – wszystko, czego chcieliście, zostało włożone w ten wysiłek.

Nawet wtedy widziałem, że to ciągle jest odległe, i że w tym czasie przebieg wojny w Europie wskazywał, że Hitler poniesie klęskę, i widziałem, że prawdopodobnie bomba nie będzie gotowa; nawet że Hitler nie będzie jej miał w żadnym wypadku. Widziałem więc od początku, że moja obecność tam, w świetle przyczyn, dla których zacząłem tę pracę, nie była naprawdę usprawiedliwiona. Tym niemniej nie mogłem być pewien, że Niemcy nie znajdą jakiejś krótszej drogi, i że jednak tej bomby nie zrobią. Tak więc nadal pracowałem z innymi, choć byłem z tego powodu bardzo nieszczęśliwy. Ale gdy tylko się dowiedziałem, pod koniec 1944, że Niemcy porzucili pracę nad bombą, w gruncie rzeczy znacznie wcześniej, zdecydowałem, że moja obecność tam już nie była usprawiedliwiona, więc zrezygnowałem i wróciłem do Anglii”.

Rotblat wyjechał z Los Alamos w grudniu 1944. Pojechał najpierw do Chadwicka, który w tym czasie przeniósł się do Waszyngtonu, a potem wojskowym transportowcem z Nowego Jorku do Cardiff. Zostawił wszystkie swoje książki, notatki i papiery, a wojskowy asystent Chadwicka miał je zapakować i wysłać morzem do Anglii. Papiery zniknęły i do dziś się nie znalazły. W styczniu 1945 przyjechał do Cardiff i był przekonany, że w podróży powrotnej był pod obserwacją wywiadu USA. Od samego początku Rotblat miał kłopoty i był traktowany jako potencjalne zagrożenie, podobnie jak Rudolf Peierls, Otto Frisch i inni, ale w wywiadzie twierdził, że był pod stałą obserwacją służb bezpieczeństwa Los Alamos.

Gdy Rotblat powiedział Chadwickowi, że chce wycofać się z Projektu Manhattan, Chadwick powiedział o tym szefowi służb wywiadowczych. Jak mówi Rotblat w [8], a także w nagranych z nim wywiadach, pokazano mu grubą teczkę z wysoce obciążającymi dowodami przeciwniemi. Sprawa sprowadzała się do tego, że uważano go za szpiega. Zaaranżował rzekomo z kontaktem w Santa Fe swój powrót do Anglii, po czym jakoby miał być wywieziony samolotem i zrzucony ze spadochronem nad częścią terytorium Polski zajętą przez Rosjan, aby wydać im tajemnice produkcji bomby atomowej. Rotblat był jednak w stanie pokazać, że niektóre daty podane w dossier były zmyślane, a szef wywiadu przyjął zaprzeczenie Rotblata i obiecał zniszczyć dossier. Następnie Rotblat spotkał się z szefem Wywiadu Brytyjskiego, który zapewnił go, że dossier zostanie zniszczone. Ale jak mówi w wywiadzie z lat 90., przekonał się, że dossier nadal istnieje.

Okres pobytu w Los Angeles był decydującym doświadczeniem intelektualnym jego życia, a strata żony Toli była centralnym doświadczeniem emocjonalnym.

## Powrót do Liverpoolu (1945–50)

Rotblat był przerażony zrzuconiem bomb atomowych na Hiroszimę i Nagasaki. Może na skutek reakcji na okropności bomby atomowej, zainteresował się medycznym zastosowaniem promieniowania jądrowego. Gdy wrócił do Liverpoolu, cyklotron został ponownie uruchomiony, a energia Rotblata została skierowana na budowę większego urządzenia. Wielkie znaczenie miało także jego zaangażowanie w rozwój i budowę akceleratorów w innych miejscach w kraju, i opracowanie emulsji fotograficznych służących do detekcji cząstek elementarnych.

Liverpool miał długą historię zaangażowania w fizykę medyczną, począwszy od wczesnego zastosowania promieni Roentgena w roku 1896 przez Olivera Lodge’a. James Chadwick przyjechał do Liverpoolu, aby zbudować cyklotron, gdyż w Cambridge nie uzyskał na to wystarczającego poparcia. Chadwick utrzymywał od samego początku, że zastosowaniem akceleratora były zarówno badania podstawowe w fizyce jądrowej, jak i produkcja izotopów promieniotwórczych do celów medycznych. Chadwick opublikował w czasopiśmie *Lancet* w roku 1947 [9] ważną pracę, w której pokazał, że tylko dwa izotopy, jodu i fosforu, znalazły zastosowanie w praktyce. Zaproponował on jednak zastosowanie promieniotwórczych pierwiastków śladowych do badania reakcji chemicznych zachodzących w ludzkim ciele.

Rotblat był w awangardzie medycznych zastosowań promieniotwórczości, ponieważ po powrocie do Liverpoolu został zastępcą Chadwicka, a po powrocie Chadwicka do Cambridge w roku 1948 został po nim kierownikiem wydziału. Współpracował z George’em Ansellem z Wydziału Medycznego i jako pierwszy zastosował izotop  $^{131}\text{I}$  (wyprodukowany w reaktorze w Harwell) do leczenia chorób tarczycy [10]. W szczególności mógł stwierdzić, czy zachodzi przypadek wola (powiększenie gruczołu tarczycy), czy guza. Wole raczej pochłania jod, i jeśli używa się promieniotwórczego izotopu jodu, można je zlokalizować przy pomocy promieniowania wykrytego na zewnątrz ciała. Izotop  $^{131}\text{I}$  rozpada się z emisją cząstek beta i gamma, a promieniowanie gamma opuszcza ciało i można je zarejestrować przy pomocy licznika Geigera. Zbudowano nowoczesny detektor, w którym do licznika Geigera dodano kolimator, aby dokładnie mierzyć natężenie produkowanych promieni gamma. Praca o wykrywaniu wola uznana została za tak ważną, że przedrukował ją *The British Journal of Radiography* w swoich zeszytach historycznych.

W roku 1949 Rotblat podsumował medyczne zastosowanie promieniotwórczych pierwiastków śladowych omawiając trzy główne techniki [11]:

- ▶ technikę próbek,
- ▶ metodę *in situ*,
- ▶ radioautografię.

W każdej z nich podaje się pacjentowi bezpieczną ilość izotopu promieniotwórczego i mierzy aktywność w funkcji czasu. W technice próbek, w regularnych odstępach czasu pobiera się wycinki, próbki moczu lub

krwi, i mierzy ich aktywność. Metoda *in situ* opiera się na pomiarze promieniowania, zazwyczaj promieniowania gamma, na zewnątrz ciała. Technika radioautograficzna polega na zastosowaniu emulsji fotograficznej, na której bezpośrednio umieszcza się próbki i mierzy ich aktywność.

Badania Rotblata skupiały się coraz silniej na zastosowaniach medycznych promieniowania i radioizotopów, i doprowadziły do tego, że objął Katedrę Fizyki Medycznej w Szkole Medycznej St. Bartholomew's na Uniwersytecie w Londynie.

### Szkoła Medyczna Szpitala St. Bartholomew's (1950–76)

W 1949 Rotblat został mianowany profesorem fizyki w St. Bartholomew's i był nim do przejścia na emeryturę w roku 1976. To mianowanie nie obyło się bez kłopotów i mógł on objąć swoje stanowisko dopiero w roku 1950. Na ogół fizycy medyczni byli w dobrych stosunkach z klinicystami. Ale gdy Rotblat zgłosił swoją kandydaturę jako profesora fizyki medycznej, został odrzucony. Mogło to być konsekwencją jego lewicowych poglądów politycznych. Ponieważ był on wyraźnie jednym z czołowych specjalistów w swojej dziedzinie, Uniwersytet Londyński interweniował i zapowiedział, że St. Bartholomew's może dostać Rotblata albo nikogo innego!

Ważną częścią jego pracy w Szkole Medycznej były wykłady z fizyki dla studentów I roku. Zawsze pilnie wypełniał swoje obowiązki i zorganizował swoją pracę badawczą tak, by zawsze być obecnym na wykładach. Wraz z profesorem Robertsem z Middlesex Hospital zorganizował studia na stopień MSc z fizyki promieniowania, a następnie zorganizował podobne studia z biologii promieniowania z profesorem Patricią Lindop, która miała się stać jednym z jego najważniejszych współpracowników.

Przed rokiem 1950 radioterapię nowotworów prowadzono z wykorzystaniem promieni X produkowanych przy wysokim napięciu. Szpital St. Bartholomew's był w posiadaniu aparatu rentgenowskiego z bardzo wysokim, jak na ówczesne czasy, napięciem elektrycznym 1 MV. Trudność jednak polegała na tym, że leczenie głęboko położonych guzów powodowało duże uszkodzenia skóry i tkanki między skórą i guzem. Pewną poprawę zaobserwowano przy użyciu promieniowania gamma wysyłanego przez  $^{60}\text{Co}$  i  $^{137}\text{Ce}$ , które można było produkować w reaktorach. Ale znacznie lepsze perspektywy widziano w zastosowaniu akceleratorów liniowych.

Gdy Rotblat wreszcie przybył do St. Bartholomew's w roku 1950, szpital miał już zgodę na zakup dwumodalnego liniowego akceleratora Mullarda (dającego wiązkę promieni X i wiązkę elektronów) działającego przy energii 15 MeV [12]. To urządzenie miało też zdolność dostarczenia przechodzącej na wylot wiązki elektronów przy pełnym prądzie wiązki. Zespół stworzył system monitoringu i system dozymetryczny do ześrodkowania wiązki i pomiaru wiązki wychodzącej. Stworzono układ do selekcji wiązki zdolny do sterowania liczbą dostarczonych impulsów elektronów i odstępów między nimi. Akcelerator

liniowy z półką do naświetlań, którą można było podnosić i opuszczać, miał być używany do leczenia przez 9–14 godzin dziennie. Wieczory i weekendy były przeznaczone na badania naukowe. Można było uzyskać poziomą wiązkę elektronów o energii 14 MeV, dającą dawkę 0,4 lub 1 cGy na impuls z szerokością impulsu 1,3 mikrosekund.

Rozwinęła się wtedy współpraca między Rotblatem i Patricią Lindop. W opublikowanej w 1961 roku pracy dotyczącej badań na myszach [13] pokazali, że średni czas życia myszy naświetlonej dawką 1 Gy skrócił się o ok. 5%. Ponadto wyglądało na to, że odpowiedź na dawkę była liniowa, bez progów, co oznaczało, że przy zerowej dawce nie było widać żadnego skutku i że skutek narastał od tego punktu liniowo wraz ze wzrostem dawki. Wniosek był taki, że to skrócenie życia było konsekwencją zwiększonego występowania wszystkich chorób, ale niektórych, np. białaczki, w jeszcze większym stopniu. Podjęto dalsze badania na myszach, ale ich populacja była podatna na wybuch chorób, i większość trzeba było zniszczyć, co sprawiło, że eksperyment się nie powiódł. Ocalono jednak pewną informację, wskazującą na ochronny wpływ niedotlenienia w czasie naświetlań [14]. Tę linię badań kontynuowano w badaniach zastosowania promieniowania do leczenia guzów u myszy. To doprowadziło do leczenia pacjentów w warunkach podwyższonego ciśnienia.

Rotblat był coraz bardziej zainteresowany skutkami promieniowania w atmosferze i opadu z bronią jądrową, i stał się światowym autorytetem w tej dziedzinie. Działalności te połączyły się, czego skutkiem była ważna, nowatorska nauka. Najlepszy przykład widzieliśmy, gdy Amerykanie rozpoczęli prace nad bombą termojądrową, tj. wodorową. W takiej bombie ogromne ilości energii uwolnionej w syntezie lekkich jąder użyte są do wyzwolenia dodatkowego wybuchu. Rotblat szczególnie zainteresował się próbą drugiej amerykańskiej bomby wodorowej na atolu Bikini w marcu 1954. Większość dostępnych informacji pochodziła z wypadku japońskiego kutra rybackiego „Szczęśliwy Smok”, którego 23-osobowa załoga łowiła ryby 85 mil na wschód od atolu Bikini i uległa skażeniu, gdy wiatr zmienił kierunek. W wywiadzie mówi on, że obliczył, iż bomba zdetonowana na Bikini musiała być urządzeniem trzystopniowym. Jej duża wydajność pozwoliła zidentyfikować ją jako bombę z syntezą, wyzwoloną przez centralny rdzeń rozszczepieniowy, ale opad musiał pochodzić z rozszczepienia bardzo dużej ilości  $^{238}\text{U}$ . Czyli – zewnętrzna otoczka bomby musiała być z  $^{238}\text{U}$ , który uległ rozszczepieniu pod wpływem zderzeń z szybkimi neutronami z wybuchu wywołanego syntezą. Była to w gruncie rzeczy „brudna bomba”. Rotblat przygotował notatkę dla *Nature*, ale najpierw skonsultował się z Sir Johnem Cockcroftem, który doradził mu opóźnienie publikacji z obawy, by nie zdenerwować Amerykanów. Wkrótce potem fizyk amerykański, Ralph Lapp, opublikował podobne wnioski, więc Rotblat posłał swoją pracę do druku.

Józef Rotblat został mianowany na stanowisko Naczelnego Fizyka w Szpitalu St. Bartholomew's na wczesnym etapie swojej pracy. Wybitną cechą jego wpływu

było włączenie w pracę, którą zainicjował, większości dyscyplin medycznych. Założył Wydział Medycyny Nuklearnej i wykorzystywał izotopy promieniotwórcze w diagnostyce i leczeniu, rozpoczął pracę w elektronice medycznej i wprowadził zastosowanie ultradźwięków.

We wczesnych latach siedemdziesiątych w badaniach naukowych w Szkole Medycznej dotyczących skutków promieniowania posługiwano się raczej komórkami pochodzącymi z hodowli, gdyż pozwalało to uniknąć opieki nad tysiącami myszy. Podstawowa różnica polegała na tym, że eksperymenty z komórkami nie pozwalały na badanie skutków związanych z przepływem krwi. W latach 70. zainstalowano nowy akcelerator liniowy Vickers do celów badawczych, ale choć w Szkole Medycznej, był on maszyną przeznaczoną tylko do badań naukowych, w związku z czym o czas tej maszyny nie współzawodniczyły potrzeby leczenia pacjentów.

To urządzenie nie było jednak bardzo udane. Rotblat mówi wyraźnie w wywiadzie, że stopniowo stracił entuzjazm do badań, a akcelerator liniowy nie dawał wartościowych wyników.

## Pugwash i rozbrojenie jądrowe

W roku 1946 Rotblat założył Brytyjskie Stowarzyszenie Naukowców-Atomistów, by pobudzić publiczną debatę i włączyć w nią wielu wiodących uczonych. Przyjęło ono apolityczny program i zakończyło swoją działalność w roku 1959, ale Rotblat stał się członkiem założycielem kampanii na rzecz rozbrojenia jądrowego. Współpracował z Bertrande Russellem i pomógł wylansować „Manifest Einsteina–Russela” w 1955. Russel napisał do Einsteina mówiąc, że „wybitni naukowcy powinni zwrócić uwagę przywódców światowych na zagrażające zniszczenie rodzaju ludzkiego” [15]. „Manifest Russela–Einsteina” domagał się zwołania konferencji uczonych w celu dyskusji rozbrojenia jądrowego i zakazu wojny. Doprowadziło to do pierwszej konferencji Pugwash w lipcu tego roku, finansowanej przez kanadyjskiego milionera kolejowego Cyrusa Eatona, pod warunkiem, że odbędzie się w letnim domu Eatona w miejscowości Pugwash w Nowej Szkocji. Uczestniczyło w niej 21 naukowców z różnych krajów, każdy w towarzystwie prawnika. Prawnicy ci pochodzili z 10 krajów ze Wschodu i z Zachodu.

Dalsze konferencje odbywały się prawie co rok, a wybitni naukowcy z Wielkiej Brytanii, USA i Związku Radzieckiego stanowili większość uczestników. Główna zasada polegała na tym, że uczestnicy przyjeżdżali jako osoby prywatne, a nie przedstawiciele swoich rządów. Ale mile widziani byli obserwatorzy z organizacji takich jak ONZ czy UNESCO. Rotblat był Sekretarzem Generalnym ruchu Pugwash w latach 1957–1972, przewodniczącym Brytyjskiej Grupy ruchu w latach 1978–1988 i prezesem ruchu w latach 1988–1997. Pugwash nigdy nie starał się o szeroki rozgłos, ale miał bardzo duże wpływy, i, na przykład, walczył przyczynił się do porozumienia w sprawie częściowego zakazu prób z bronią jądrową w roku 1963. Pugwash ponadto ma zasługi w nawiązaniu stosunków między USA i Wietnamem w późnych latach sześć-

dziesiątych, w negocjowaniu Konwencji w sprawie broni biologicznej w roku 1972 i Paktu przeciw pociskom balistycznym w roku 1972. Te przełomowe osiągnięcia są zasługą Rotblata.

## Moralna odpowiedzialność uczonego

Czy uczeni powinni się troszczyć o społeczne skutki ich własnej pracy i problemy etyczne, które ona stwarza? Czy powinni przyjąć odpowiedzialność za ludzkie i inne, np. środowiskowe, konsekwencje swej pracy? Nauka jest w pewnym sensie neutralna. To są kluczowe niepokoje Rotblata. Jest prawdą, że w przeszłości uczonymi kierowała ciekawość, a celem nauki było zrozumienie praw przyrody. Odkrycia naukowe i ich późniejsze zastosowania były bardzo często jasno rozgraniczone. Teraz jednakże praktyczne zastosowania badań naukowych często następują bardzo szybko. Dobrym przykładem jest odkrycie i zastosowanie nadprzewodników wysokotemperaturowych. Związek między nauką i społeczeństwem uległ zmianie w XX wieku, a wynalezienie broni jądrowej jest najlepszym przykładem sytuacji, w której uczeni nie mogą twierdzić, że wyniki badań nie mają wpływu na jednostki, społeczności i narody. Niektórzy uczeni wciąż utrzymują, że prowadzą tzw. „czyste” badania; następnie publikują ich wyniki, a za to, co się dalej z nimi dzieje, nie ponoszą odpowiedzialności. Rotblat twierdził, że rozróżnienie między badaniami „czystymi” i „stosowanymi” jest w najlepszym razie nieostre, jeśli w ogóle istnieje. Dla niego przyjęcie amoralnej postawy w sprawie konsekwencji badań jest całkowicie nieakceptowalne. Prześledźmy rozumowanie Rotblata. To Wertenstein na Wolnej Wszechnicy zaszczerpił w nim myśl, że uczonej jest odpowiedzialny za konsekwencje swoich badań. To przekonanie, do którego Rotblat doszedł wcześniej pod wpływem Wertensteina, przeniknęło jego późniejsze życie i pracę zawodową. Tego aspektu życia i pracy Rotblata i jego ważności nie sposób przecenić. Omówiono go w [16].

Jest jasne, że rozróżnienie między poglądami Rotblata na odpowiedzialność uczonego i na odpowiedzialność w ogóle byłoby niewłaściwe. Jest także oczywiste, że we wszystkich naszych poczynaniach każdy z nas ponosi odpowiedzialność względem innych. Ale uczeni, twierdził on, muszą objąć prowadzenie w sterowaniu zastosowaniami wyników badań naukowych. Wkład nauki do poprawy jakości życia ludzkiego nie budzi wątpliwości, ale zawsze należałoby wiedzieć, dokąd określony kierunek badań nas zaprowadzi. Ale Rotblat twierdził, że te trudności w dostrzeżeniu, dokąd dany kierunek badań prowadzi, nie zmniejszają wymagań i odpowiedzialności uczonego, i że uczonej powinien zrobić, co tylko możliwe, aby zapewnić dobro dla wszystkich.

Rotblat widział, że sterowania, a nawet wpływania na kierunki badań naukowych nie da się łatwo osiągnąć. Główna odpowiedzialność spoczywa na pojedynczych uczonych, i to jest myśl przyświecająca propozycji Przysięgi Hipokratesa dla uczonych. Warto przytoczyć słowa przyjęte przez studencki i młodzieżowy odłam ruchu

(US Student/Young Pugwash): „Przyrzekam pracować na rzecz lepszego świata, gdzie naukę i technikę wykorzystuje się w sposób społecznie odpowiedzialny. Nie wykorzystam swojego wykształcenia dla żadnego celu, którego zamiarem jest wyrządzenie krzywdy ludziom lub środowisku. W mojej pracy zawodowej rozważę etyczne następstwa swojej pracy, zanim podejmę jakieś działania. Choć wymagania pod moim adresem mogą być wielkie, podpisuję ten dokument, gdyż zdaję sobie sprawę, że indywidualna odpowiedzialność jest pierwszym krokiem na drodze do pokoju”.

Hinde i in. [16] wskazali, że nieprzewidywalność właściwa badaniom naukowym czyni takie przedsięwzięcie trudnym, jeśli w ogóle możliwym. Ale takie przedsięwzięcie staje się znaczące, jeśli opiera się na etycznych podstawach. Rotblat był zdania, że podstawy etyki powinny stanowić część wykształcenia wszystkich naukowców. Chciał, by uniwersytety przyjęły coś w rodzaju cytowanej powyżej przysięgi, i by studenci kierunków przyrodniczych składali takie ślubowanie, gdy kończą studia, oraz słuchali wykładów o etycznych aspektach nauki. Poleganie na sumieniu i dobrej woli pojedynczych naukowców samo w sobie nie będzie wystarczające, gdyż jednostki są często zawodne. Postulował więc utworzenie szeregu komitetów etycznych, które rozważałyby projekty naukowe mogące mieć wpływ na życie ludzkie, coś w rodzaju medycznych komitetów etycznych. Zgoda etyczna takiego komitetu byłaby wymagana do uzyskania finansowania określonego kierunku badań. W późniejszym życiu Rotblat występował przeciwko badaniom prowadzonym w tajemnicy, co często ma miejsce w przypadku badań rządowych i przemysłowych. Wierzył, że nową wiedzą należy się dzielić. Poruszał też problemy związane z komercjalizacją badań, gdyż wiele badań prowadzonych na uniwersytetach było finansowanych ze źródeł komercyjnych. Mogło to wpływać na kierunek badań, narazić na szwank problemy etyczne i zwiększać tajemniczość. Zaczął też nienawidzić patentowania wyników badań naukowych, gdyż jego zdaniem wiedza powinna być dostępna za darmo. Ale sami uczeni często narzucają tajemniczość, gdyż chcą utrzymać innych uczonych w niewiedzy aż do momentu publikacji, osoba bowiem, która pierwsza opublikuje, często uzyskuje nagrody i zaszczyty. Te poglądy Rotblata, które pochodzą z wczesnych etapów jego kariery i dojrzywały przez całe życie, są nieco naiwne, gdyż współzawodnictwo, utrzymywanie tajemnicy i komercjalizacja są częścią nauki. On po prostu chciał stawić opór tym naciskom.

## Wnioski

Józef Rotblat wywarł wpływ na całe pokolenia uczonych a także na tych wszystkich ludzi, którzy dążą do zakazu stosowania broni jądrowej i wspierania pokoju. Jego i Hansa Bethego osiągnięcia zostały uhonorowane w roku 1992 Nagrodą Pokojową im. Einsteina. W roku 1995 został wybrany do Towarzystwa Królewskiego. W tym samym roku Józef Rotblat otrzymał Pokojową Nagrodę Nobla, wspólnie z ruchem Pugwash. W roku 1998 otrzymał tytuł szlachecki (Knight Commander of the Order of St

Michael and St George). Jego usiłowania wprowadzenia zakazu broni jądrowej były powiązane z jego pracą dotyczącą badań nad biologicznymi skutkami promieniowania. Był pionierem w tej dziedzinie i wspierał zastosowanie akceleratorów w badaniach medycznych i terapii, a także w badaniach podstawowych nad zastosowaniem wskaźników promieniotwórczych. Wykonał fundamentalną pracę w dziedzinie badania skutków napromieniowania układów biologicznych. Jego zdolności podsumował Chadwick w liście do J. Cockcrofta: „Nie wiem, czy spotkałeś Rotblata, Polaka, który jest tu od dziewięciu miesięcy. To bardzo zdolny człowiek, jeden z najlepszych, których zdarzyło mi się poznać w ciągu wielu lat” [18].

Tłumaczyła Magdalena Staszal  
Instytut Fizyki Doświadczalnej  
Uniwersytet Warszawski

## Literatura

- [1] J. Rotblat, „My early years as a physicist in Poland”, w: *War and peace: the life and work of Joseph Rotblat*, red. P. Rowlands, V. Attwood (2006), s. 39.
- [2] J. Finney, „Joseph Rotblat: the nuclear physicist”, w: *Joseph Rotblat: Visionary for Peace*, red. R. Braun, R. Hinde, D. Krieger, H. Kroto, S. Milne (2007), s. 15.
- [3] M. Underwood, „Joseph Rotblat: Influences, Scientific Achievements and Legacy”, *Phys. Education* **43**, 604 (2008).
- [4] J. Chadwick, „The Cyclotron and its applications”, *Nature* **142**, 630 (1938).
- [5] J. Rotblat, „Application of the Coincidence Method for the Measurement of Short Lived Periods”, *Proc. Roy. Soc. A* **177**, 260 (1941).
- [6] O. Frisch, *What Little I Remember* (1979), s. 109.
- [7] J. Rotblat, „Neutrons from spontaneous fission”, British Report BR 241 (1942).
- [8] J. Rotblat, „Leaving the Bomb”, *Bulletin of Atomic Scientists*, Aug. 1985, s. 282.
- [9] J. Chadwick, „Atomic Energy”, *The Lancet* **CCLII**, 315 (1947).
- [10] G. Ansell, J. Rotblat, „Radioactive Iodine as a diagnostic aid for intrathoracic goiter”, *Brit. J. Rad.* **XXI**, 552 (1948).
- [11] J. Rotblat, „Some Applications of Radioactive Tracers in Medicine”, *Brit. Sci. News* (1949), s. 201.
- [12] J. Rotblat, „The 15 MeV linear accelerator at St. Bartholomew's Hospital”, *Nature* **175**, 745 (1955).
- [13] P.J. Lindop, J. Rotblat, „Shortening of life and causes of death in mice exposed to a single whole-body dose of radiation”, *Nature* **189**, 645 (1961).
- [14] P.J. Lindop, J. Rotblat, „Life-shortening in mice exposed to radiation: effects of age and hypoxia”, *Nature* **208**, 1070 (1965).
- [15] B. Russel, A. Einstein, „The Russell–Einstein Manifesto”, w: *Joseph Rotblat: Visionary for Peace*, red. R. Braun, R. Hinde, D. Krieger, H. Kroto, S. Milne (2006), s. 263.
- [16] R. Hinde, „Joseph Rotblat and individual responsibility”, w: *Joseph Rotblat: Visionary for Peace*, red. R. Braun, R. Hinde, D. Krieger, H. Kroto, S. Milne (2006), s. 35.
- [17] M. Underwood, „Joseph Rotblat and the Moral Responsibilities of the Scientist”, *Sci. Eng. Ethics* **15**, 129 (2009).
- [18] List J. Chadwicka do J. Cockcrofta (8.1.1940), w: *Cockcroft's Papers*, 20/5.

# Oskar Fabian\*

## pierwszy kierownik katedry fizyki teoretycznej na Uniwersytecie Lwowskim

Andrij Rovenchak

Katedra Fizyki Teoretycznej, Lwowski Uniwersytet Narodowy im. Iwana Franki, Lwów, Ukraina

*Streszczenie:* W artykule są podane: krótki szkic biograficzny oraz bibliografia prac Oskara Fabiana, pierwszego profesora fizyki matematycznej na Uniwersytecie Lwowskim.

---

### Oskar Fabian the first chair of theoretical physics on the University of Lvov

*Abstract:* Short biographical outline as well as the bibliography of works of Oskar Fabian the first professor of mathematical physics on the University of Lvov are presented.

---

#### 1. Wstęp

Szybki rozwój fizyki w ciągu XIX wieku doprowadził do powstania specjalizacji wśród fizyków. W wyniku tego w drugiej połowie XIX wieku teoretycy zaczęli obejmować osobne katedry na uniwersytetach; zostały także utworzone stanowiska profesorów fizyki matematycznej (tak wtedy nazywano fizykę teoretyczną), najpierw nadzwyczajnych, a w niedługim czasie i zwyczajnych [1]. Ten proces był przede wszystkim charakterystyczny dla Niemiec i Austrii, obszaru wpływu języka niemieckiego ([2], s. 49–51). Podamy przykładowo kilka nazwisk: Rudolf Clausius został powołany na Katedrę Fizyki Matematycznej na Politechnice w Zurychu w roku 1855; Ludwig Boltzmann został profesorem nadzwyczajnym fizyki matematycznej na Uniwersytecie w Grazu w roku 1863, a profesorem zwyczajnym – w roku 1869; Emil Warburg był powołany na stanowisko profesora nadzwyczajnego fizyki matematycznej na Uniwersytecie w Strasburgu; Gustav Kirchhoff objął Katedrę Fizyki Matematycznej na Uniwersytecie Berlińskim w roku 1875.

Wcześniejsze katedry w niektórych innych miejscach, na przykład, na Uniwersytecie w Turynie (gdzie Avogadro został powołany na stanowisko profesora w roku 1821 [3], a po nim Cauchy w 1831 r., po jej odnowieniu ([4], s.368)), są nieco poza wymienionym wyżej procesem, mając stosunek do tego kierunku fizyki raczej *nomine, non re*, dlatego że później nie stały się katedrami fizyki teoretycznej. Zaznaczmy, że pierwsza katedra fizyki matematycznej w Stanach Zjednoczonych pojawiła się w roku 1871 w Yale College z Josiah Willardem Gibbssem jako kierownikiem ([5], s. 56).

W latach 1872–73 również zostały założone pierwsze katedry fizyki matematycznej na Uniwersytecie Jagiel-

ońskim w Krakowie i na Uniwersytecie Lwowskim. Ich kierownikami byli odpowiednio Edward Skiba i Oskar Fabian [6].

#### 2. Biografia

Oskar Fabian (rys. 1) urodził się 28 lutego 1846 r. w Nowym Dworze koło Warszawy w rodzinie Szymona Fabiana, aptekarza, i jego żony Berthy. W 1864 r. ukoń-



Rys. 1. Oskar Fabian (fot. Edward Trzemeski, we Lwowie)

czywszy studia gimnazjalne w Warszawie wstąpił na wydział matematyczno-fizyczny Warszawskiej Szkoły Głównej, której studentem pozostawał do roku 1868. Następ-

---

\*Początkowo ten tekst pojawił się w *Acta Physica Polonica A* **116**, 109 (2009) w języku angielskim. Przygotowanie tekstu polskiego: Solomija Buk i Andrij Rovenchak.

nie kształcił się na Wydziale Filozoficznym Uniwersytetu Wiedeńskiego (1868–70), tu 10 maja 1870 roku uzyskał stopień doktora filozofii, potem na krótko przeniósł się na Uniwersytet w Heidelbergu (1870–71). W Wiedniu też uzyskał uprawnienia nauczyciela gimnazjalnego matematyki i fizyki. W latach 1871–73 Oskar Fabian był nauczycielem szkoły realnej we Lwowie [7,8].

W roku 1872 habilitował się na docenta prywatnego fizyki matematycznej na Uniwersytecie Lwowskim [9] na podstawie dwóch prac: „O zbieżności i rozbieżności szeregów nieskończonych” i „Uginanie się światła i długość fal”. 14 września 1873 roku Oskar Fabian został mianowany profesorem nadzwyczajnym, a 20 maja 1881 – profesorem zwyczajnym fizyki matematycznej Uniwersytetu Lwowskiego [10]. W latach 1876–81 jednocześnie pełnił obowiązki docenta prywatnego Politechniki Lwowskiej [10,11].

Oskar Fabian był dziekanem Wydziału Filozoficznego Uniwersytetu Lwowskiego dwa razy, w roku akademickim 1884/85 [8,10] i 1896/97 [12]. W latach 1877–80 pełnił obowiązki sekretarza, a w latach 1882–83 został wybrany na prezesa Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika we Lwowie, którego był też później wiceprezesem w ciągu kilku lat.

W roku 1874 dr Fabian został członkiem Komisji egzaminacyjnej dla nauczycieli gimnazjów i szkół realnych [13]. Od roku 1885 Oskar Fabian był też członkiem cesarskiej Leopoldyńsko-Karolińskiej Akademii w Halle [14]. W maju 1883 roku był on proponowany na członka korespondenta Akademii Umiejętności w Krakowie, lecz otrzymał siedem głosów, mniej niż wymagana większość ośmiu, i nie został wybrany [15].

Oskar Fabian był aktywnym popularyzatorem nauki. W dostępnej literaturze między innymi znajdują się odwołania do jego odczytów „O życiu roślin” na wykładach naukowych dla kobiet (Lwów, 1871) [16] i „Ueber Crooks'sche Versuche bezüglich der strahlenden Materie, mit Experiment” [O próbach eksperymentalnych Crookesa powiązanych z materią promienistą] dla Związku Wojskowo-Naukowego (Lwów, 1881) [17].

Niewiele jest informacji o życiu rodzinnym Profesora Fabiana. Jego żona Eugenia (1854–1922) była córką Wawrzyńca Żmurki, matematyka uważanego za prekursora Lwowskiej Szkoły Matematycznej. Młodszy brat Oskara, Aleksander (1847–1910), idąc w ślady ojca został lekarzem [7,18].

Oskar Fabian zmarł 27 października 1899 roku we Lwowie w wieku 53 lat [12,19] i został pochowany na Cmentarzu Łyczakowskim (rys. 2).

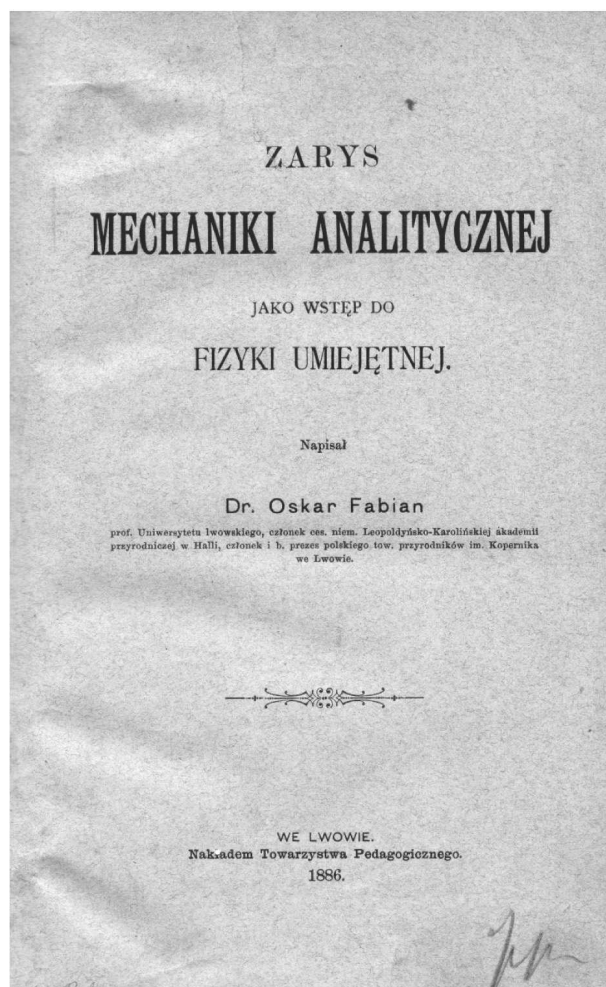
Zainteresowania naukowe Profesora Fabiana obejmują różne aspekty matematyki (m.in. problemy zbieżności szeregów), fizyki (rozchodzenie się światła, własności wody i lodu, promienisty stan materii), jak też niektóre zagadnienia astronomii, meteorologii i pedagogiki. Ogłosił on drukiem ponad trzydzieści prac, których lista jest podana w następnym rozdziale. Lista ta obejmuje m.in. kilka recenzji dotyczących aktualnych tematów fizyki współczesnej, podręcznik z matematyki dla szkół średnich (w je-



Rys. 2. Nagrobek Oskara Fabiana (fot. Ołena Kiktyeva, maj 2009 r. we Lwowie)

zyku polskim i niemieckim) oraz kurs uniwersytecki z mechaniki analitycznej (rys. 3).

Niestety, mimo swego krótkiego, lecz intensywnego życia organizacyjnego i naukowego, Oskar Fabian nie po-



Rys. 3. Okładka podręcznika *Zarys mechaniki analitycznej*



zostawił następców naukowych. Po jego przedwczesnej śmierci w roku 1899 katedrę na Uniwersytecie Lwowskim objął wybitny polski fizyk Marian Smoluchowski.

### 3. Bibliografia prac Oskara Fabiana

Ułożenie poniższej bibliografii zaczęto od spisu publikacji podanego przez Finkla i Starzyńskiego [10]. Dalsze ważne źródła to bibliografia Karola Estreichera [20] oraz sprawozdania z piśmiennictwa naukowego polskiego [21]. Publikacje w wydaniach Akademii Umiejętności są też podane w wykazie w [22]. Niestety, te źródła nie zawsze podają dokładne odnośniki dla wszystkich pozycji, a czasem tytuły prac są podane tylko w przybliżeniu.

Dla otrzymania kompletnego spisu publikacji przejrano wszystkie numery Kosmosu za lata 1876–99 oraz odpowiednie czasopisma Akademii Umiejętności. Wszystkie pozycje zostały sprawdzone *de visu* dla uniknięcia błędów. Strony początkowe niektórych artykułów są podane na rys. 4–6.

1. O zbieżności i rozbieżności szeregów nieskończonych, Roczn. Tow. techn. (Lwów), 1871, T. II, s. 1–18.
2. Uginanie się światła i długość fal, Roczn. Tow. techn. (Lwów), 1871, T. II, s. 91–150.

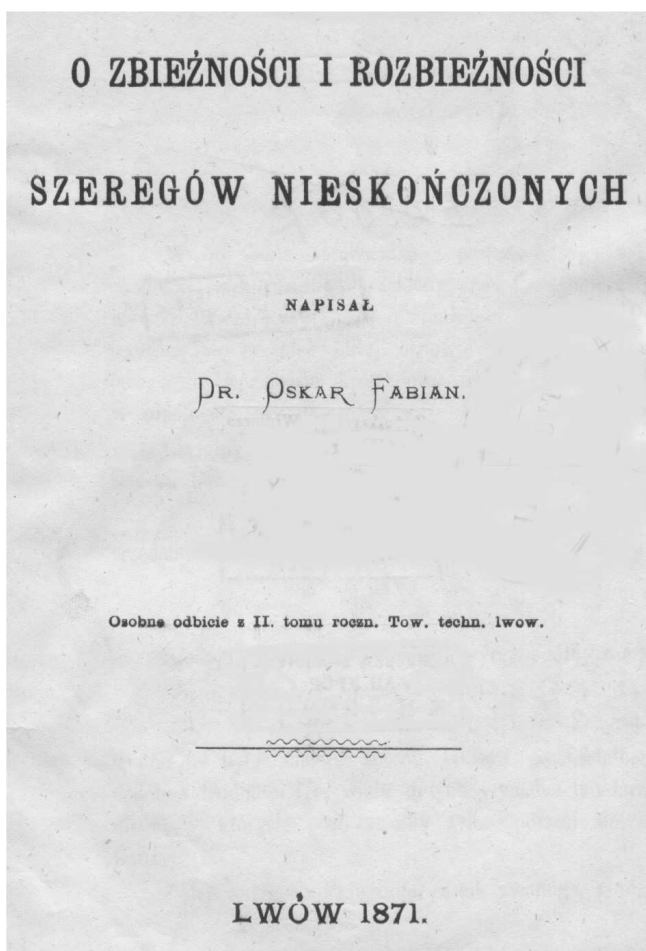
3. Bemerkung über die Bedingung der kleinsten prismatischen Ablenkung der Lichtstrahlen, Repertorium für Experimental-Physik, für physikalische Technik, mathematische und astronomische Instrumentenkunde, 1873, B. IX, s. 84–87.

4. Matematyka dla szkół średnich, napisana wedle systemu i ze współudziałem Wawrzyńca Żmurki: I.A. Geometria na klasy niższe. Zeszyt I, na 1-szą i 2-gą klasę. Lwów: Nakładem księgarni Seyfartha i Czajkowskiego, 1876, IV + 104 s.

5. Lehrbuch der Mathematik, bearbeitet nach dem Lehrsysteme und unter Mitwirkung des Universitätsprofessors Lorenz Żmurko: I.A. Geometrie für die unteren Klassen. I. Heft, für die 1ste und 2te Klasse. Lemberg: Verlag von Seyfarth und Czajkowski, 1876, IV + 90 S.

6. Obliczanie wartości szeregów nieskończonych, a zwłaszcza o bardzo słabej zbieżności, Pamiętnik Akademii Umiejętności w Krakowie. Wydział matematyczno-przyrodniczy, 1876, Tom drugi, s. 37–56.

7. Przyczynek do poznania kształtu linii prężności wody nasyconej, Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydziału matematyczno-przyrodniczego Akademii Umiejętności, 1876, T. III, s. 68–83, Tabl. IV.



### Bemerkung über die Bedingung der kleinsten prismatischen Ablenkung der Lichtstrahlen.

Von

Dr. Oscar Fabian,

Privatdozent an der k. k. Universität in Lemberg.

I. Ist das Prisma ein stärker brechendes als das umgebende Medium, so hat man bekanntlich:

$$(1) \begin{cases} n > 1; & \delta = \alpha - a + \beta - b = \alpha + \beta - A; & A = a + b; \\ & \frac{\sin a}{\sin \alpha} = \frac{\sin b}{\sin \beta} = \frac{1}{n}. \end{cases}$$

Wo  $n$  den Brechungsexponenten,  $A$  den brechenden Winkel,  $\alpha$  den Einfallswinkel,  $a$  den Brechungswinkel an der einen Fläche,  $b$  und  $\beta$  die entsprechenden Winkel an der anderen Fläche des Prisma's, und  $\delta$  die Ablenkung bedeutet.

Für das Minimum von  $\delta$  muss  $\frac{d\delta}{d\alpha} = 0$  und  $\frac{d^2\delta}{d\alpha^2} > 0$  sein.

Man findet sogleich:

$$(2) \frac{d\delta}{d\alpha} = 1 + \frac{d\beta}{d\alpha} = 0; \quad \frac{d^2\delta}{d\alpha^2} = \frac{d^2\beta}{d\alpha^2};$$

$$(3) \frac{da}{d\alpha} = \frac{\cos \alpha}{n \cos a}; \quad \frac{db}{d\beta} = -\frac{da}{d\beta} = \frac{\cos \beta}{n \cos b}.$$

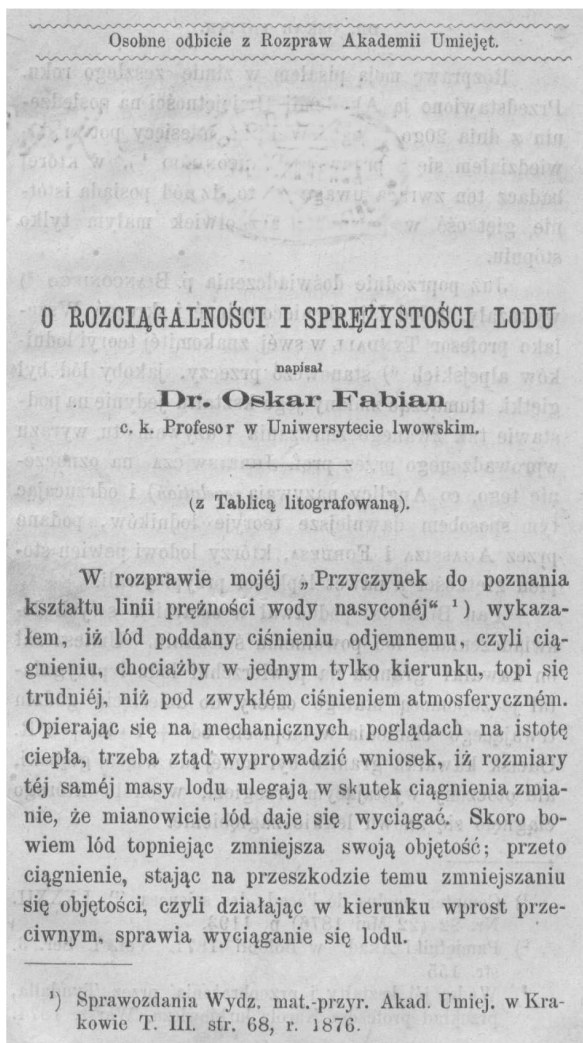
Hieraus:

$$(4) \frac{d\beta}{d\alpha} = -\frac{\cos \alpha \cos b}{\cos a \cos \beta} = -1$$

also:

$$(5) \cos^2 \alpha (1 - \sin^2 b) = \cos^2 \beta (1 - \sin^2 a);$$

Rys. 4. Niektóre wczesne prace Oskara Fabiana



Rys. 5. Artykuły Oskara Fabiana z roku 1877

8. Beitrag zur Kenntniss der Spannungskurve des gesättigten Wassers, Repertorium für Experimental-Physik, für physikalische Technik, mathematische und astronomische Instrumentenkunde, 1876, B. XII, s. 397–404.

9. [Sprawozd.:] Recherches sur l'élasticité de l'air sous de faibles pressions, par M. Amagat, Comptes rendus Nr. 15, 1876, Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika, 1876, Rok I, s. 232–233.

10. [Sprawozd.:] Vitesse du flux thermique dans une barre de fer, par M. Decharme, Comptes rendus Nr. 13 et Nr. 16, 1876, Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika, 1876, Rok I, s. 233–234.

11. O rozciągłości i sprężystości lodu, Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydziału matematyczno-przyrodniczego Akademii Umiejętności, 1877, T. IV, s. 159–176, Tabl. IV.

12. Ueber Dehnbarkeit und Elastizität des Eises, Repertorium für Experimental-Physik, für physikalische Technik, mathematische und astronomische Instrumentenkunde, 1877, B. XIII, s. 447–457.

13. Rozciągłość i sprężystość lodu, Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika, 1877, [Rok II], s. 138–140.

14. [Sprawozd.:] Ueber die Natur der Gasmoleküle; von Prof. Ludwig Boltzmann in Graz (Sitzungsberichte d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. Dezember 1876), Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika, 1877, [Rok II], s. 144–145.

15. [Sprawozd.:] Ueber die Diffusion und die Frage, ob Glas für Gase undurchdringlich ist; von Prof. Quincke in Heidelberg (Poggendorffs Annalen Bd. CLX), Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika, 1877, [Rok II], s. 145–146.

16. Der Newton'sche Binomialsatz und die Logarithmen, Zeitschrift für das Realschulwesen (Wien), 1877, II. Jahrgang, s. 705–720.

17. O zasadniczych prawach przyrody, Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika, 1879, Rok IV, s. 161–198, 269–290, 377–387.

18. [Sprawozd.:] Dr J. Puluj. Ueber die Abhaengigkeit der Reibung der Gase von der Temperatur (Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Bd. LXXVII.), Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika, 1879, Rok IV, s. 207–209.

19. [Sprawozd.:] Dr J. Puluj. Ueber die Reibung der Gase der Daempfe (Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Bd. LXXVIII.), Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika, 1879, Rok IV, s. 209–210.

20. [Sprawozd.:] Dr J. Puluj. Ueber die innere Reibung in einem Gemische von Kohlensaure und Wasserstoff (Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. Bd. LXXIX.), Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika, 1879, Rok IV, s. 210.

21. [Streszczenie z pracy Knoblauch'a p. t.:] Ueber die elliptische Polarisation der von Metallen reflektirten Warmestrahlen, Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika, 1880, Rok V, s. 209–210.

22. O tak zwanym czwartym stanie skupienia, Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydziału matematyczno-przyrodniczego Akademii Umiejętności, 1881, T. VIII, s. 231–267.

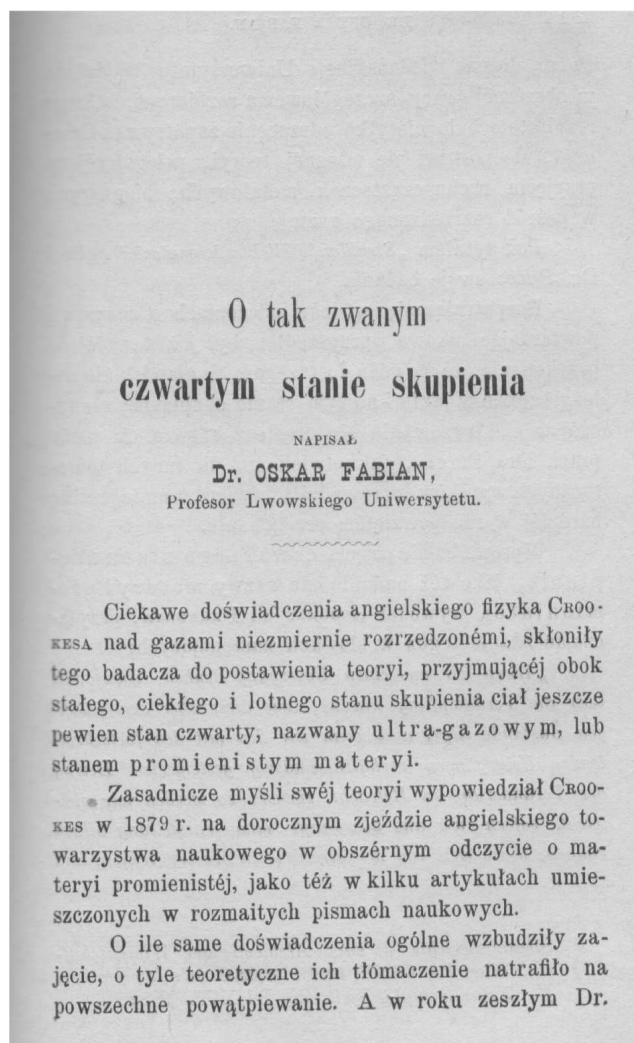
23. Zasada momentów przygotowanych, przyczynek do mechaniki analitycznej, Rozprawy i sprawozdania z posiedzeń Wydziału matematyczno-przyrodniczego Akademii Umiejętności, 1881, T. VIII, s. 287–298.

24. Nauka fizyki w Uniwersytecie: [przemówienie z okazji rozpoczęcia roku szkolnego 1881/2], Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika, 1881, Rok VI, s. 466–478.

25. O ruchach cząsteczkowych w gazach, Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika, 1881, Rok VI, s. 2–4.

26. O doświadczeniach Crookes'a, Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika, 1881, Rok VI, s. 89.

27. O promienistym stanie materii, Wszechświat, 1882, T. I, No 1, s. 2–5, 22–25, 37–41.



## W ALPACH I W TATRACH.

(URYWEK Z METEOROLOGII GÓR).

Nie zbyt to dawno, kiedy Airy, jeden z najślynniejszych angielskich fizyków powiedział, że meteorologia nie jest nauką. Tymczasem kilka dziesiątków lat wystarczyło, ażeby, wbrew takiej opinii, nie tylko nagromadzić olbrzymi materiał spostrzeżeń, ale nawet rozwinąć liczne teorie tłumaczące najrozmaitsze zjawiska atmosferyczne.

Wśród zjawisk tych zajmują pierwszorzędne miejsce ruchy powietrza. To też prawdziwy postęp meteorologii rozpoczyna się dopiero z chwilą, kiedy nauka o wiatrach, wyzoliwszy się z pod wpływu dawniejszych jednostronnych poglądów, zaczęła kroczyć nowymi drogami.

Doniosły wpływ wiatrów na każdorazowy stan powietrza, a tém samém i znaczenie ich dla klimatu wogóle, jest przyczyną, dla której od dawna usiłowano zrozumieć i wytłómaczyć ich istotę i poznać prawa, jakim podlegają.

Ale ścisła teoria wiatrów wymaga przedewszystkiém głębokiego zrozumienia zawiłych prawideł mechanik gazów i dokładnej znajomości wielu działów fizyki doświadczalnej.

To też nie zamierzam tu bynajmniej wnikać w taką teorię. Pragnę raczej kilku charakterystycznymi rysami zaznaczyć jedynie panujące dziś w nauce poglądy, a na te ich przedstawić obraz owego szczególnego wiatru górskiego, który w krajach alpejskich występuje z tak olbrzymią potęgą, a który i w naszych Tatrach się pojawia.

Co prawda jest on u nas mniej częstym zjawiskiem, a co do siły i skutków możnaby chyba tatrzański wiatr halny uważać tylko za miniaturową kopią alpejskiego *fönu*.

Rys. 6. Niektóre artykuły Fabiana z lat 1880–90

28. O pojęciu grawitacji, *Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika*, 1882, Rok VII, s. 56–66.

29. O przejściu planety Wenus przed tarczą słońca, *Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika*, 1883, Rok VIII, s. 5.

30. Jeszcze słówko o tak zwanym czwartym stanie skupienia, *Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika*, 1884, Rok IX, s. 82–89.

31. [Mowa zagajająca XII. Walne Zgromadzenie Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika we Lwowie], *Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika*, 1884, Rok IX, s. 37–39.

32. *Zarys mechaniki analitycznej jako wstęp do fizyki umiejętności*, Lwów: nakł. Towarzystwa Pedagogicznego, 1886, 240 s.

33. Kartka z życiorysu astronoma, *Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika*, 1886, Rok XI, Zeszyt III, s. 164–174.

34. W Alpach i w Tatrach (urywek z meteorologii gór), *Ateneum: pismo naukowe i literackie (Warszawa)*, 1888, Rok XIII, T. III, Zeszyt I (Lipiec), s. 54–74.

35. Urywek z najnowszych dziejów fizyki, *Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika*, 1890, Rok XV, s. 1–16.

36. [Sprawozd.:] Siły przyrody. Popularny wykład fizyki i jej głównych zastosowań na podstawie dzieła *Le monde physique*. Guillemin. Opracowali Rozalia Nusbaumowa i Henryk Silberstein, Warsz. 1893, *Kosmos: czasopismo Polskiego Towarzystwa Przyrodników imienia Kopernika*, 1894, Rok XIX, s. 139–140.

## Podziękowanie

W przygotowaniu tej pracy była niezbędna pomoc wielu osób. Przede wszystkim wyrażam wdzięczność swemu ojcu Adamowi (Lwowska Biblioteka Naukowa im. W. Stefanyka), ponieważ bez jego pomocy po prostu nie potrafiłbym zebrać większej części podanej bibliografii.

Dziękuję także wielu osobom za współpracę w lokalizacji i udostępnieniu materiałów. Oto one: Johannes Eschrich (Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, Halle, Niemcy), Dr. Emmerich Kelih (Universität Graz, Austria), Grzegorz Kłębek (Biblioteka Uniwersytetu Warszawskiego), Dr. Svyatoslav Kondrat (Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart, Niemcy), Evelyn Österreich (Universität zu Lübeck, Niemcy), Charles Riley (Yale University, New Haven, Connecticut, USA), Prof. Andrzej Kajetan Wróblewski (Uniwersytet Warszawski). Wskazówki personelu naukowego Muzeum Cmentarz Łyczakowski też były pomocne.

## Literatura

- [1] Ch. Jungnickel, R. McCormach, *Intellectual Mastery of Nature: Theoretical Physics from Ohm to Einstein: The Now Mighty Theoretical Physics, 1870–1925* (University of Chicago Press, Chicago 1990).
- [2] I.R. Morus, *When Physics Became King* (University of Chicago Press, Chicago 2005).
- [3] D. Thorburn Burns, G. Piccardi, L. Sabbatini, *Microchimica Acta* **160**, 57 (2008).
- [4] F. Cajori, *A History of Mathematics* (AMS Chelsea Publishing, Providence, Rhode Island 1999).
- [5] J. Mehra, H. Rechenberg, *The Historical Development of Quantum Theory: Its Foundation and the Rise of Its Difficulties, 1900–1925* (Springer, New York 2001).
- [6] Z. Ziółkowska, *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki*, nr 2, s. 313 (1987).
- [7] *Polski słownik biograficzny*, t. VI (Kraków 1948), s. 335.
- [8] *Leopoldina Archiv.*, Nr. 2552.
- [9] *Österreichisches biographisches Lexikon, 1815–1950*, B. 1 (Wien 1993), s. 279.
- [10] L. Finkel, S. Starzyński, *Historia Uniwersytetu Lwowskiego*, cz. 2 (Lwów 1894), s. 249.
- [11] *Politechnika Lwowska 1844–1945* (Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1993).
- [12] *Kronika Uniwersytetu Lwowskiego*, zebrał W. Hahn, t. 1: 1894/95–1897/98 (Lwów 1899), t. 2: 1898/99–1909/10 (Lwów 1912).
- [13] *Zs. österreichischen Gymnasien* **25**, 863 (1874).
- [14] *Leopoldina: Amtliches Organ der Kaiserlichen Leopoldino-Carolinischen Deutschen Akademie der Naturforscher*, Heft XXXV, Nr. 11, November 1899.
- [15] *Rozpr. sprawozd. Wydz. mat.-przyr. Akad. Umiej.* **XI**, XXIX (1884).
- [16] *Kłosa: Czasopismo ilustrowane tygodniowe*, Warszawa, 4(16) marca 1871, nr 298, t. XII, s. 165.
- [17] *Organ der Militär-wissenschaftlichen Vereine*, XXII Band, Wien 1881, s. 39.
- [18] S. Kościński, *Słownik lekarzów polskich obejmujący oprócz krótkich życiorysów lekarzy polaków oraz cudzoziemców w Polsce osiadłych, dokładną bibliografią lekarską polską od czasów najdawniejszych aż do chwili obecnej* (nakład autora, Warszawa 1883–[1885]).
- [19] Wspomnienie pośmiertne, *Kosmos* **XXIV**, 564 (1899).
- [20] K. Estreicher, *Bibliografia polska XIX stulecia; lata 1881–1900*, t. 1: A–F (Kraków 1906), s. 381.
- [21] *Prace matematyczno-fizyczne* **1**, 181, 195 (1888); **3**, 218 (1892).
- [22] *Kwartalnik historyczny*, Organ Towarzystwa historycznego założony przez Xawerego Liskego, pod red. Oswalda Balzera. Rocznik V, Lwów: nakładem Towarzystwa historycznego, 1891. Dodatek, s. 68.

# Filozofia w strunach

Wojciech P. Grygiel

Wydział Filozoficzny UPJPiI, Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych, Kraków

*Streszczenie:* Teoria strun jest współcześnie traktowana jako jedna z możliwości skonstruowania spójnego formalizmu matematycznego, unifikującego fizykę cząstek i oddziaływań. Teoria ta spotyka się jednak z rosnącą falą krytyki, głównie ze względu na brak swojego eksperymentalnego potwierdzenia. Analiza tej rzekomej porażki wymaga zatem nie tylko ponownego rozważenia fizycznych podstaw teorii, ale również zbadania jej filozoficznych, to jest metodologicznych, ontologicznych oraz epistemologicznych założeń. Niniejsze skrótkowe studium podejmuje kwestię przesłedzenia natury unifikacyjnych mechanizmów, jakim teoria strun podlega zwłaszcza w porównaniu ze sprawdzonym schematem unifikacyjnym ogólnej teorii względności. Okazuje się bowiem, iż w teorii strun odchodzi się od ścisłej relacji pomiędzy jej formalizmem a fizyczną ideą, wokół której unifikacja miałyby się skupiać. O ile pomysł zastąpienia cząstek punktowych jednowymiarowymi strunami mógłby na miano takiej idei zasługiwać, czysto matematyczne kryteria takie jak renormalizowalność w dużej mierze wyznaczają kierunek rozwoju strun. Teoretycy strun wydają się jednak być świadomymi braku niezależności teorii strun od geometrii czasoprzestrzeni oraz konieczności skompaktyfikowania jej dodatkowych wymiarów, co ma szansę nastąpić w przyszłej teorii M.

---

## Philosophy in strings

*Abstract:* The string theory is presently considered as a candidate for a viable theoretical framework towards a unified physical description of particles and forces. It has been recently a subject of growing criticism, however, mainly due to the lack of the theory's empirical verification. The analysis of this apparent failure demands not only to reconsider its physical foundations but to take into account factors of philosophical, that is, methodological, ontological and epistemological nature as well. This short study aims at the survey of the precise nature of the unification mechanisms that are operative within the string theory in comparison with such a successful paradigm as that of the general theory of relativity. It turns out that the unification pattern of the string theory no longer maintains the strict relation between the formalism and a physical idea that is the focal point of unification. Although the very idea of a one dimensional string rather than a point-like particle may be attractive in this regard, purely mathematical criteria such as that of *renormalizability* influence the development of the string theory to a substantial degree. String theorists seem to be aware of the lack of the theory's background independence as well as the need to compactify extra space-time dimensions that are hoped to be alleviated in the future M-theory.

---

Filozofów dość powszechnie przeciwstawia się naukowcom. O ile tym pierwszym przypisuje się fascynacje rozważaniami o metafizycznych rzeczywistościach, niedostępnych poznaniu empirycznemu, o tyle grono naukowców uważane jest za ostoję *racjonalności* i *realizmu*, pozwalającego na konsekwentne badanie przyrody metodami, spełniającymi ściśle standardy matematycznej precyzji. W diagnozie takiej tkwi jednak istotna niesprawiedliwość, która krzywdzi tak filozofów jak i naukowców. Wystarczy chociażby przejrzeć bogate karty historii filo-

zofii, aby przekonać się, iż, zanim pojawili się naukowcy we współczesnym tego słowa znaczeniu, musieli zaistnieć filozofowie. Myślowy dorobek filozofów stał się bowiem zacychem niebywałego intelektualnego wysiłku, na bazie którego stopniowe wyostrzenie się pojęć wykształciło naukową metodę, odnoszącą współcześnie niekwestionowane sukcesy.

*Teorię strun*, która będzie przedmiotem niniejszej refleksji filozoficznej, można pochopnie skojarzyć z pitagorejskimi inspiracjami muzyką, którą rozbrzmiewać miał

również harmonijnie skonstruowany Wszechświat<sup>1</sup>. Tymczasem filozoficzne implikacje sięgają w tym przypadku znacznie głębiej, pozostawiając daleko w tyle świat metafor na rzecz fundamentalnych analiz o charakterze ontologicznym oraz metodologicznym. Zanim jednak poświęcimy im więcej uwagi, należy jasno podkreślić, iż powstała na przełomie lat 60-tych i 70-tych ubiegłego stulecia teoria strun jest tak, jak i wiele innych teorii fizycznych, istotnym przejawem przekonania całych pokoleń badaczy, iż Wszechświat sam w sobie stanowi fundamentalną spójną całość. Podejmowane próby konstruowania tak zwanej *teorii wszystkiego*, czyli teorii unifikującej wszystkie prawa przyrody w jeden formalizm, dają głęboki wyraz wiary w istnienie zunifikowanego opisu Wszechświata, stanowiąc z tego powodu zagadnienie doniosłe z filozoficznego punktu widzenia<sup>2</sup>. Choć siła tej wiary niewątpliwie towarzyszy fizyce do dnia dzisiejszego, czyniąc *kwantową grawitację* kolejnym unifikacyjnym wyzwaniem, wskazać można wiele szczegółowych przykładów oddziaływania pomiędzy tradycyjnymi zagadnieniami filozoficznymi takimi, jak *czas*, *przestrzeń* czy też *przyczynowość*, a kierunkiem rozwoju teorii naukowych. Z jednej strony bowiem filozoficzne punkty widzenia mogą w istotny sposób określać „warunki początkowe” teorii, narzucając formalizmowi pewne zastane już wyobrażenia (np. ciągłość czasu w fizyce klasycznej). Z drugiej jednak, doskonalenie się i uogólnianie teorii fizycznych może rzucać nowe światło na zagadnienia tradycyjne (np. wprowadzenie pojęcia *czasoprzestrzeni*). Ostatecznie także, analiza genezy i struktury teorii fizycznych pozwala głębiej wniknąć w specyfikę samej metody naukowej i generowanych przez nią problemów natury teoriopoznawczej.

Teoria strun jest w tym zakresie o tyle interesującym przypadkiem, iż z racji wielu kontrowersji, jakie formułowane są pod adresem jej naukowej wartości, niemal koniecznym wydaje się przebadanie tkwiących u jej podstaw filozoficznych przesłanek, które mogłyby lepiej naświetlić jej konceptualne zawłości. Aby temu zadaniu sprostać, trzeba w pierwszym rzędzie zastanowić się nad *naturą* unifikacyjnych mechanizmów, jakie w teorii strun dominują. Początki unifikacji w fizyce sięgają czasów Galileusza (unifikacja ruchu i spoczynku) oraz Izaaka Newtona, który, wykazując uniwersalność prawa oddziaływania grawitacyjnego dla fizyki „nieba i ziemi”, istotnie przyczynił się do ugruntowania stosowalności jednolitych praw fizyki dla całego Wszechświata. W kolejnych milowych krokach

unifikacyjnych, jakie stanowiły *teoria elektromagnetyzmu Maxwella* oraz *szczególna i ogólna teoria względności* Einsteina, zarysował się swoisty paradygmat unifikacji, uważany również obecnie przez fizyków proveniencji relatywistycznej (np. Roger Penrose) za jej obowiązujący ideał<sup>3</sup>. Jego szczególny charakter wynika ze ścisłego związku, jaki w unifikacyjnym procesie zachodzi pomiędzy formalizmem matematycznym, a fizyczną ideą, którą formalizm ten ma reprezentować. O ile również w przypadku ogólnej teorii względności Einsteina w grę wchodziły czynniki natury estetycznej, to jednak w swoim ostatecznym kształcie teoria ta posiada swoją jednoznaczną *treść fizyczną*. Innymi słowy, można wskazać jednoznaczną relację, jaka zachodzi pomiędzy formalizmem matematycznym teorii, czterowymiarową różniczkową z metryką Lorentza, a obiektem świata fizycznego, jakim jest zmienna *geometria czasoprzestrzeni*. Teoria fizyczna jest więc wtedy zinterpretowanym formalizmem matematycznym<sup>4</sup>. Sytuacja może się jednak dość znacznie skomplikować, gdy formalizmowi teorii nie można jednoznacznie przypisać treści fizycznej, a czego sztandarowym przykładem jest *mechanika kwantowa*.

Nie ulega wątpliwości, iż abstrakcyjny formalizm przestrzeni Hilberta doskonale sprawdza się jako narzędzie przewidywania prawdopodobieństw wyników pomiarów, choć po dziś dzień nie istnieje jego spójna interpretacja fizyczna<sup>5</sup>. Dodatkowo także, powstanie i ukształtowanie się mechaniki kwantowej w latach 20-tych ubiegłego stulecia zbiegło się w czasie z dominacją *neopozytywistycznej* filozofii Koła Wiedeńskiego, w świetle której za bezsensowne uważano zdania traktujące o obiektach, nieweryfikowalnych empirycznie, natomiast formalizm matematyczny traktowano jedynie jako narzędzie służące organizacji danych pomiarowych. Takie pojmowanie roli formalizmu spowodowało, iż za kryteria poprawności teorii zaczęto przede wszystkim uważać jego matematyczną spójność oraz „elegancję”<sup>6</sup>. Strategia ta ujawniła się w kolejnym, potężnym unifikacyjnym kroku fizyki, jakim jest powstały na bazie kwantowej teorii pola *standardowy model cząstek elementarnych*. I choć do dziś jest on podziwiany ze względu na swój predyktywny potencjał, swój sens fizyczny zawdzięcza matematycznej procedurze *renormalizacji*, która usuwa nieskończoności powstałe w wyniku niekompatybilności struktury przestrzeni Hilberta z pseudoeuklidesową czasoprzestrzenią szczególnej teorii względności. *Renormalizowalność* teorii fizycz-

<sup>1</sup>Z systematycznym wykładem teorii strun można zapoznać się np. w: B. Zwiebach, *A First Course in String Theory*, Cambridge University Press, 2004.

<sup>2</sup>Zob. np. M. Heller, *Teorie wszystkiego*, w: *Filozofia i wszechświat*, Universitas: Kraków 2006, ss. 237–255.

<sup>3</sup>L. Sokołowski, *Alberta Einsteina filozofia fizyki*, w: M. Heller, A. Michalik, J. Życiński (red.), *Filozofować w kontekście nauki*, Polskie Towarzystwo Teologiczne: Kraków 1987, ss. 187–201.

<sup>4</sup>M. Heller, *Filozofia nauki. Wprowadzenie*, Kraków: Petrus 2009, ss. 46–49.

<sup>5</sup>W.P. Grygiel, *Interpreting Quantum Mechanics: Why An Interpretation?* w: S. Wszolek, R. Janusz (red.), *Wyzwania racjonalności: Księdzu Michałowi Hellerowi współpracownicy i uczniowie*, Kraków: Wydawnictwo WAM 2006, ss. 113–131.

<sup>6</sup>Na kryteria matematycznej elegancji i prostoty powołuje się wielu fizyków, upatrując w nich drogowskazów ku prawdziwości badanych przez nich teorii. Są to jednak kryteria w znacznej mierze subiektywne i w żaden sposób nie sformalizowane.

nej staje się więc wiodącym kryterium sensowności teorii z fizycznego punktu widzenia.

Bardziej uważna analiza historii teorii strun pokazuje, iż jej powstanie oraz rozwój podporządkowane są modelowi unifikacji, jaki dominował we wspomnianym powyżej modelu standardowym. O ile zastąpienie punktowych cząstek elementarnych jednowymiarowymi drgającymi strunami może rokować nadzieję na nową ideę unifikacyjną, której pojęciowa „pojemność” pozwoli na sformułowanie zunifikowanej teorii kwantowej grawitacji, to sam fakt wprowadzenia idei strun wiąże się z próbą rozwikłania matematycznych komplikacji w formalizmie macierzy rozpraszania  $S$  (ang. *S-matrix*) dla oddziaływań silnych<sup>7</sup>. Dalsze etapy rozwoju teorii strun ujawniają, iż prowadzi ona do dość odważnych założeń natury ontologicznej, takich choćby jak wprowadzenie *10-cio wymiarowej czasoprzestrzeni* czy też warunku *supersymetrii*. Stąd też pochodzi stosowane częściej współcześnie określenie: *teoria superstrun*. Co więcej, uzasadnienie tych poczynań płynie z konieczności eliminacji tzw. *anomalii cechowania*, które skutkują *nierenormalizowalnością* teorii a więc brakiem jej fizycznego sensu. W takim też duchu odbyły się dwie słynne rewolucje w teorii superstrun, kolejno w roku 1984 (Schwarz i Greene) i 1995 (E. Witten). W ich efekcie przekonano się, iż istnieje pięć matematycznie spójnych teorii, powiązanych relacjami *dualności*. Choć fakt ten ewidentnie wskazywał, iż teoria superstrun sama w sobie wymaga unifikacji, to jednak pozwala on mieć nadzieję na jej urzeczywistnienie się w postaci nowej, nieznannej jeszcze *teorii M*, w której dodatkowo jednowymiarowe struny zastąpiono dwu- i więcej wymiarowymi membranami.

Niestety, w swojej obecnej postaci teoria superstrun nie doczekała się jeszcze żadnej empirycznej weryfikacji, co często poczytuje się jako świadectwo jej klęski i wręcz konieczności przeznaczenia na „cementarysko” teorii, które się nie sprawdziły<sup>8</sup>. Dla innych z kolei stanowi to wręcz nieskrywany przedmiot osobistej frustracji<sup>9</sup>. Zanim się jednak taki ostateczny werdykt wyda, warto pamiętać, iż dzięki pracom w obszarze teorii superstrun dokonał się znaczny postęp w obszarze samej matematyki (np. *teoria Chern–Simonsa*, za pracę nad którą medal Fieldsa otrzymał Edward Witten)<sup>10</sup>. Nie można też jednoznacznie skonstatować, iż poprzez odwołanie się jedynie do kryteriów natury formalnej oraz estetycznej unifika-

cyjna ścieżka teorii strun straciła całkowicie wzgląd na reprezentowaną przez siebie treść fizyczną. Do istotnych mankamentów teorii superstrun w tym zakresie należy niewątpliwie uzależnienie jej od geometrii czasoprzestrzeni (ang. *background dependence*) wskutek czego nie jest ona spójna z postulatami ogólnej teorii względności. Wielu fizyków, rozwijających nadal teorię strun, uważa, iż przyszła *teoria M*, o której była mowa powyżej, skoryguje ten problem, dając w efekcie formalizm, który nie zakłada zdefiniowanej geometrii czasoprzestrzeni (ang. *background independence*). Ponadto, celem uspołnienia teorii strun z fizycznie obserwowalną czterowymiarową czasoprzestrzenią, podjęte zostały zaawansowane wysiłki, zmierzające do *skompaktfikowania* dodatkowych sześciu wymiarów teorii superstrun przy użyciu *przestrzeni Calabiego–Yau*, odznaczających się znaczną matematyczną elegancją. Nie doprowadziło to jednak do oczekiwanego zunifikowania się formalizmu teorii.

Czy zatem w świetle powyższej refleksji teoria strun zasługuje na miano teorii świata fizycznego, czy jest raczej umiejętną żonglerką kryteriów natury formalnej oraz estetycznej? Wielu fizyków proveniencji relatywistycznej, uznających paradygmat einsteinowskiej unifikacji za nienaruszalny, bez wahania wyda tego typu wyrok. Abstrahując jednak od walorów natury czysto fizycznej, warto w konkluzji jeszcze raz uzmysłowić sobie filozoficzną wagę poruszanych na kanwie historii teorii superstrun zagadnień, które w pierwszym rzędzie dotyczą samej metody fizyki i oceny czynników, wyznaczających prawidłowe kierunki unifikacyjne. Czy możemy zupełnie śmiało zaufać, że swobodne badanie struktur matematycznych mimo wszystko mówi nam coś o przyrodzie bez potrzeby konsultowania jej samej w eksperymencie? Czy nie jest to rozstanie się z fizyką na rzecz fantazji? Z pewnością nie byłoby tak, gdyby dało się udowodnić, iż istnieje dokładnie jedna, spójna zunifikowana *teoria wszystkiego*. Temu zaś barierę zdaje się stawiać sama matematyka w postaci słynnych twierdzeń limitacyjnych. Co więcej, nie mamy żadnej gwarancji, iż zunifikowana teoria kwantowej grawitacji, której z taką niecierpliwością fizyczne *milieu* poszukuje, nie wskaże konieczności poczynienia dalszych uogólnień. Wydaje się więc, że całkowite odmawianie teorii superstrun wkładu w pogłębienie zrozumienia rzeczywistości jest nie do końca uzasadnione, dopóty jednak, dopóki nie przerodzi się w niebezpieczną metafizykę wieloświata<sup>11</sup>.

<sup>7</sup>P. Woit, *Not Even Wrong: The Failure of String Theory and the Search For Unity in Physical Law*, New York: Basic Books 2006.

<sup>8</sup>L. Sokołowski, *Czego możemy nauczyć się na przykładzie teorii strun*, w: M. Heller et. al. (red.), *Prawa przyrody*, OBI, PAU, UJ, Biblos: Kraków–Tarnów 2008, ss. 21–42.

<sup>9</sup>L. Smolin, *Kłopoty z fizyką: powstanie i rozkwit teorii strun, upadek nauki i co dalej*, tłum. Jerzy Kowalski-Glikman, Warszawa: Prószyński i S-ka: 2008

<sup>10</sup>Zob. np. P. Deligne et. al., *Quantum Fields and Strings: A Course for Mathematicians*, American Mathematical Society 1999.

<sup>11</sup>L. Susskind, *The Cosmic Landscape: String Theory and the Illusion of Intelligent Design*, Little, Brown and Company 2005.

## 41 Konferencja EGAS w Gdańsku



W dniach od 8 do 11 lipca 2009 roku, już po raz 41, odbyła się Konferencja Europejskiej Grupy EGAS. Konferencja ta odbywa się corocznie od 1968 roku, zawsze w innym mieście europejskim. Tegoroczną edycję gościł Gdańsk – była ona zorganizowana pod patronatem Europejskiego Towarzystwa Fizycznego przez Wydział Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Gdańskiej oraz Instytut Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Gdańskiego. Ta prestiżowa konferencja gościła w Polsce dopiero po raz trzeci. Wcześniej odbyła się w Krakowie (1977 r.) i Toruniu (1991 r.).

EGAS należy do Sekcji Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optyki (AMOPD) Europejskiego Towarzystwa Fizycznego i zajmuje się szeroko pojętą promocją badań związanych z fizyką układów atomowych (począwszy od pojedynczych atomów, a kończąc na strukturach bardziej złożonych, takich jak klastery i niewielkie molekuly), ich strukturalnymi i dynamicznymi własnościami oraz oddziaływaniem ze światłem i cząstkami (elektrony, pozytony itp.). W 1968 roku podczas konferencji w Caen, wybitni europejscy fizycy zajmujący się spektroskopią atomową z P.F.A. Klinkenbergiem, A. Kastlerem i A. Steudelem na czele sformułowali cele nowej organizacji, którą nazwali Europejską Grupą Spektroskopii Atomowej (European Group for Atomic Spectroscopy). Do najważniejszych z nich należało stworzenie platformy służącej wymianie zarówno informacji, jak i fizyków pomiędzy różnymi europejskimi laboratoriami i ośrodkami naukowo-badawczymi pracującymi w dziedzinie spektroskopii atomowej oraz organizacja cyklicznych spotkań. Podczas spotkania w Caen, które przeszło do historii jako „zerowy EGAS”, postanowiono również, że pierwsze zebranie Grupy EGAS odbędzie się w 1969 roku w Paryżu. Podczas kolejnych, corocznie odbywających się konferencji poszerzano tematykę omawianych zagadnień, co doprowadziło do zorganizowania w 1981 roku konferencji ECAMP (European Conference on Atomic and Molecular Physics). W 2004 roku uległa zmianie nazwa organizacji EGAS na obecnie używaną European Group on Atomic Systems.

Na tegoroczną edycję EGAS-u do Gdańska przyjechało 206 uczestników z 24 krajów, w tym specjaliści spoza Starego Kontynentu – ze Stanów Zjednoczonych, Chin, Japonii, RPA, Indii. W trakcie konferencji wygłoszono 12 wykładów plenarnych, 8 wykładów specjalistycznych i 28 krótkich komunikatów oraz zaprezentowano 211 plakatów podczas dwóch sesji.

Uroczystość otwarcia konferencji 41st EGAS odbyła się w środę 8 lipca w Auditorium Novum Politechniki Gdańskiej. Wzięli w niej udział rektor Politechniki Gdańskiej prof. Henryk Krawczyk oraz prorektor Uniwersytetu Gdań-

skiego prof. Mirosław Krajewski. Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego prof. Mariusz Zubek powitał uczestników i zaproszonych gości, a następnie głos zabrała prof. Eva Lindroth, przewodnicząca Komitetu EGAS.

Najważniejsze zagadnienia poruszane podczas konferencji można podzielić na trzy zasadnicze grupy. Do pierwszej należały zagadnienia związane z ważną dla Gdańska, dynamicznie rozwijającą się kwantową teorią informacji. Druga grupa zagadnień skupiała się wokół spektroskopii zderzeniowej atomów i małych molekuł, ich dynamiki i oddziaływania z innymi cząsteczkami oraz z promieniowaniem. Do trzeciej grupy należały superprecyzyjne pomiary struktury cząsteczek i atomów, zwłaszcza tych znajdujących się w ultraniskich temperaturach w zakresie od nano- do milikelwinów.

Konferencję rozpoczął wykład plenarny „Hanbury Brown and Twiss and other atom-atom correlations: Advances in quantum atom optics” wygłoszony przez prof. Alaina Aspecta (Uniwersytet Paryski), który jest specjalistą z zakresu spektroskopii laserowej i atomowej. Przypomnijmy, iż w 1982 roku wykonał on doświadczenie ze spolaryzowanymi parami fotonów emitowanymi przez wzbudzone atomy wapnia, które wykazało łamanie nierówności Bella. Na konferencji prof. Aspect zaprezentował wyniki swoich wieloletnich badań nad generacją stanów splątanych i to nie tylko fotonów, ale także atomów, na przykładzie analizy tzw. efektu Hanbury Browna i Twissa w atomach helu obdarzonych spinem połówkowym ( $^3\text{He}$ ) i całkowitym ( $^4\text{He}$ ). Uzupełnieniem i rozwinięciem tematyki przedstawionej przez prof. Aspecta był wykład znakomitego eksperymentatora prof. Antona Zeilingera z Uniwersytetu Wiedeńskiego zatytułowany „Photonic entanglement – from fundamentals to applications and back”. W trakcie wykładu pokazano splątanie kwantowe we współczesnej perspektywie, opartej na serii doświadczalnych testów kwantowej natury światła. Na podkreślenie zasługuje fakt, iż za te badania eksperymentalne i wkład w rozwój informacji kwantowej Zeilinger w 2006 roku został wyróżniony doktoratem honoris causa Uniwersytetu Gdańskiego. Równie interesujący wykład plenarny wygłosił prof. Dieter Meschede (Uniwersytet w Bonn), który przedstawił wyniki ostatnio prowadzonych badań nad zjawiskiem interferencji fal materii, a także tworzeniem zdegenerowanych stanów kwantowych na poziomie pojedynczych atomów. Pozwala to na badanie istotnego dla kwantowej teorii informacji tzw. zjawiska marszu kwantowego, stanowiącego kwantowy analog ruchów Browna.

Referaty związane z tematyką drugiej grupy zagadnień rozpoczął prof. Michael Allan (Uniwersytet we Fryburgu, Szwajcaria) wykładem plenarnym „Quantitative experiments on electron-molecule collisions”. Przybliżył on słuchaczom zastosowania i dotychczasowe osiągnięcia elektronowej spektroskopii zderzeniowej, w tym wyniki badań nad rozpraszaniem elektronów na związkach metalo-organicznych oraz molekułach wieloatomowych, ze szczególnym uwzględnieniem dysocjacyjnego wychwytu elektro-



nów. Tematykę zderzeniową podjął również prof. Xavier Urbain z Katolickiego Uniwersytetu w Leuven, który mówił o dynamice zderzeń elektronów ultrazimnych i jonów molekularnych. Ciekawy materiał badawczy zaprezentował prof. Alejandro Saenz z Uniwersytetu Humboldta w Berlinie. W referacie „Molecules in intense ultrashort laser pulses” omówił obserwacje w czasie rzeczywistym ruchu jąder atomowych, a także obrazowanie struktury molekuł. Nie zabrakło również tematyki fizyki attosekundowej oraz zagadnień dotyczących atomów i molekuł w temperaturach bliskich zeru bezwzględnemu. W interesującym wykładzie prof. Ursula Keller z ETH w Zurychu przedstawiła badania opóźnienia czasowego efektu tunelowania w jonizacji atomów helu przy użyciu silnych pól laserowych. Efekt ten zachodzi w attosekundowej skali czasu. Problematykę dynamicznych niestabilności w ewolucji nieliniowych kondensatów Bosego–Einsteina podjęła prof. Janne Ruostekoski (Uniwersytet w Southampton) w wykładzie „Nonlinear resonances and dynamics of atomic Bose–Einstein condensates”, a prof. Martina Havenith-Newen (Uniwersytet Ruhry w Bochum) mówiła między innymi o obserwowanych po raz pierwszy mikroskopowych kroplach kwasów w ultraniskich temperaturach, dysocjacji pojedynczych molekuł HCl w otoczeniu molekuł wody w nanokroplach nadciekłego helu, w temperaturze 370 mK.

Ostatniego dnia konferencji zorganizowane zostało Minisymposium QED, w czasie którego omawiane były nowe pomiary fundamentalnych stałych spektroskopowych. Symposium rozpoczął prof. Thomas Stöhlker z Centrum Badań nad Ciężkimi Jonami w Darmstadt wykładem „Atomic physics in strong fields: precision experiments with stored and cooled highly charged ions”. Zaprezentował on najnowsze wyniki precyzyjnych pomiarów przesunięcia Lamba, struktury nadsubtelnej oraz współczynników Landego wodoropodobnych jonów o dużej liczbie atomowej  $Z$ , mające na celu testowanie poprawności przewidywań elektrodynamiki kwantowej w zakresie krytycznych pól elektromagnetycznych, a także badanie zagadnienia dynamiki wielu ciał w tym reżimie. Następnym wykładem „Precision spectroscopy of antiprotonic atoms and antihydrogen” wygłosił prof. Eberhard Widmann (Austriacka Akademia Nauk), który zajmuje się badaniami podstawowych praw symetrii w fizyce, a zwłaszcza niezmienniczości CPT. W swoim wykładzie skupił się on na omówieniu pomiarów częstości dwufotonowego przejścia  $1S-2S$  i nadsubtelnego rozszczepienia stanu podstawowego antywodoru. Pomiary te mają ogromne znaczenie dla testów przewidywań teoretycznych QED. Równie fundamentalne znaczenie mają eksperymenty prof. Klausa Jungmanna z Uniwersytetu w Groningen. W kończącej konferencję wykładzie „Precision parity and time reversal experiments with trapped radioactive isotopes” przedstawił on badania zachowania parzystości oraz symetrii względem odwrócenia czasu,

przy użyciu superprecyzyjnych pomiarów w pułapkowanych radioaktywnych izotopach Ra.

Oprócz powyższych głównych tematów konferencji, w trakcie krótkich referatów, a także podczas dwóch sesji plakatowych, dyskutowano ponadto o problemach współczesnej spektroskopii atomowej i molekularnej, takich jak optyczne zegary atomowe, optyczne grzebienie częstości, klastry i kompleksy wieloatomowe, własności fal materii, spektroskopia stanów rydbergowskich, efektów Jahna–Teller’a i Autlera–Townesa, czy też zastosowania optycznej spektroskopii atomowej w medycynie i ochronie środowiska.

Tradycyjnie dla uczestników konferencji EGAS przygotowano kilka imprez towarzyszących. Wieczorem 7 lipca, zwyczajowo na dzień przed oficjalnym otwarciem konferencji, uczestnicy spotkali się na powitalnej kolacji, gdzie w murach południowego dziedzińca Gmachu Głównego Politechniki Gdańskiej mogli także podziwiać dwudziestościeciometrowe wahadło Foucaulta – jedno z większych na świecie. W pierwszym dniu zorganizowano na Uniwersytecie Gdańskim wieczorny wykład otwarty „Quantum information – why it is fascinating?”, który przyciągnął wielu słuchaczy zainteresowanych najnowszymi osiągnięciami współczesnej fizyki. Gdańsk, za sprawą utworzonego na Uniwersytecie Gdańskim Krajowego Centrum Informatyki Kwantowej, jest obecnie liczącym się w świecie ośrodkiem badań w dziedzinie informatyki kwantowej i może poszczycić się znaczącymi osiągnięciami w tej dziedzinie. Prof. Paweł Horodecki z Katedry Fizyki Teoretycznej i Informatyki Kwantowej WFTiMS Politechniki Gdańskiej w dowcipny, przystępny i ciekawy sposób poprowadził audytorium poprzez nieintuicyjny świat stanów splątanych, teleportacji i kryptografii kwantowej. Drugiego dnia konferencji uczestnicy zwiędzali największą gotycką twierdzą w Europie wzniesioną przez Krzyżaków w Malborku, a wieczorem spotkali się na uroczystym bankiecie w Browarze Restauracyjnym Brovarnia Gdańsk, znajdującym się w historycznym spichlerzu, położonym w urokliwym i zacisznym zakątku nad brzegiem Motławy. Ponadto, 10 lipca w Bazylice Archikatedralnej w Oliwie odbył się koncert organowy, podczas którego wystąpił światowej klasy wirtuoz Andrzej Tomasz Chorościński.

Komitet Organizacyjny gdańskiego EGAS-u pragnie wyrazić głęboką wdzięczność Europejskiemu Towarzystwu Fizycznemu, Politechnice Gdańskiej, Uniwersytetowi Gdańskiemu, Miastu Gdańsk oraz Pomorskiej Specjalnej Strefie Ekonomicznej sp. z o.o. za wsparcie organizacyjne i finansowe. Dziękuje także wszystkim osobom, które okazały nieocenioną pomoc w przygotowaniu i uświetnieniu konferencji.

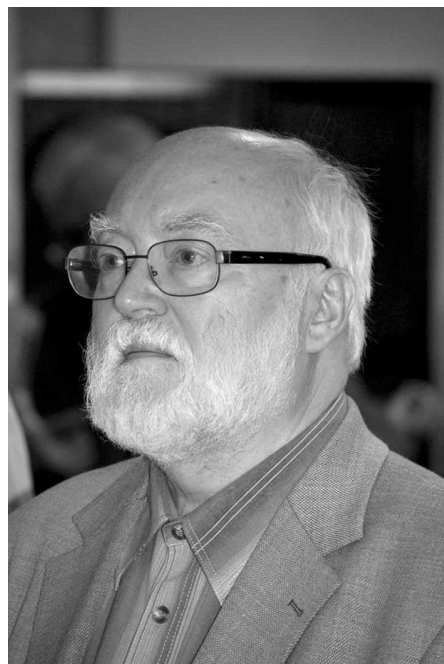
*Tomasz Jarosław Wąsowicz*  
Politechnika Gdańska

## Professor Leszek Wojtczak Colloquium

W dniach 27–30 września 2009 r. w Gmachu Fizyki Uniwersytetu Łódzkiego odbyła się konferencja zatytułowana „Professor Leszek Wojtczak Colloquium”, której organizatorem była Katedra Fizyki Ciała Stałego. Konferencja poświęcona była 70-leciu Pana Profesora Leszka Wojtczaka, założyciela Katedry i zarazem twórcy szkoły fizyki ciała stałego w ośrodku łódzkim. Osoba Pana Profesora L. Wojtczaka jako naukowca, byłego Rektora UŁ (1984–90), działacza akademickiego, członka Łódzkiego Towarzystwa Naukowego i Polskiego Towarzystwa Fizycznego jest powszechnie znana w łódzkim środowisku naukowym. Jest On także uznanym autorytetem naukowym w kraju oraz za granicą. Jubileusz 70-lecia Pana Profesora zbiega się w tym roku z jubileuszem 35-lecia Katedry Fizyki Ciała Stałego, którą Pan Profesor kierował od momentu założenia w 1974 r. do 1999 r., a następnie był kierownikiem Zakładu Teorii Ciała Stałego w tej Katedrze.

W specjalnej Sesji Jubileuszowej, która odbyła się w poniedziałek 28 września wzięły udział władze Uniwersytetu Łódzkiego na czele z Jego Magnificencją Rektorem UŁ, prof. dr. hab. Włodzimierzem Nykielem. Konferencję swoją obecnością zaszczytili: ksiądz Arcybiskup Metropolita Łódzki Władysław Ziółek oraz Prezydent M. Łodzi Jerzy Kropiwnicki. Osoby te zabrały głos w wystąpieniach poświęconych Jubilatowi. Obecni byli również poprzedni Rektorzy i Prorektorzy UŁ, Prezes ŁTN prof. dr. hab. Stanisław Liszewski, władze dziekańskie Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej oraz szerokie przedstawicielstwo społeczności akademickiej Łodzi (w tym PŁ), jak również innych ośrodków w kraju i z zagranicy. Reprezentowane były takie ośrodki krajowe, jak Warszawa, Poznań, Wrocław, Kraków, Lublin, Toruń, Częstochowa, Radom, Bydgoszcz, natomiast z zagranicy takie kraje, jak Niemcy, Francja, Chiny, Japonia, USA, Meksyk, Czechy i Słowacja. Jak oceniają organizatorzy, poza samą Sesją Jubileuszową, która była wyjątkowo liczna, konferencja zgromadziła około 80 regularnych uczestników krajowych i 16 zagranicznych. Wśród zagranicznych uczestników był m.in. Profesor Stefan Zając, President of the Union of Czech Mathematicians and Physicists. Były przemówienia, odznaczenie Jubilata 2 medalami (z rąk księdza Arcybiskupa Metropolity Łódzkiego Władysława Ziółka Jubilat otrzymał Złoty Krzyż Archidiecezji Łódzkiej, zaś od przedstawicieli Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego w Bydgoszczy – medal za zasługi dla tego Uniwersytetu przyznany przez Senat Uczelni) i kwiaty. Rektor UŁ, prof. dr. hab. Włodzimierz Nykiel przekazał Jubilatowi list gratulacyjny, w którym między innymi czytamy: „... udało się Panu stworzyć znaną i cenioną, zarówno w kraju jak i zagranicą, szkołę naukową. Dziś otacza Pana grono wiernych uczniów i współpracowników pełnych wdzięczności za okazywaną im przez lata opiekę, pomoc i troskę”. Również z wielu ośrodków z kraju i z zagranicy na ręce prof. L. Wojtczaka nadeszły listy gratulacyjne. W jednym z nich, prof. H. Szymczak (PAN, Warszawa), jako przedstawiciel Polskiej Akademii Nauk podkreślił zna-

czenie szkoły naukowej fizyki cienkich warstw magnetycznych utworzonej przez profesora L. Wojtczaka i kontynuowanej przez Jego uczniów. W pozostałych podkreślano zwłaszcza zasługi prof. L. Wojtczaka dla Uczelni, kształtowania łódzkiej szkoły fizyki, współpracę z innymi ośrodkami, a także wyjątkowe cechy Jego osobowości jako uczonego i człowieka. Akademia Muzyczna w Łodzi przyczyniła się do uświetnienia uroczystości jubileuszowych Pana Profesora Leszka Wojtczaka znakomitym koncertem, który odbył się w Pałacu Biedermanna.



Profesor Leszek Wojtczak

Oprócz Sesji Jubileuszowej na podkreślenie zasługuje bogata i różnorodna tematycznie część merytoryczna konferencji. Dotyczyła ona zagadnień elektroniki spinowej, nanotechnologii, badań powierzchniowych (w tym skaningowej mikroskopii tunelowej), oraz magnetyzmu molekularnego; a zatem głównych nowoczesnych kierunków badań, które wykształciły się z fizyki ciała stałego. Poruszane były także zagadnienia biofizyczne i nawet statystyczne, np. analiza procesów stochastycznych w zastosowaniach zarówno fizycznych jak i do zagadnień medycznych, w meteorologii i ekonomii. Wygłoszono 18 referatów plenarnych dedykowanych Profesorowi L. Wojtczakowi przez wybitnych gości, oraz przedstawiono około 40 komunikatów posterowych. Materiały konferencji zostały opublikowane w XI tomie *Acta Physicae Superficierum*, czasopisma wydawanego wspólnie przez Uniwersytet Łódzki i Uniwersytet A. Mickiewicza w Poznaniu. W podsumowaniu konferencji, którego dokonał prowadzący ostatnią sesję Dziekan Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu P.J. Šafarika w Koszycach prof. Pavol Sovák, podkreślony został wysoki poziom merytoryczny referatów i bardzo dobra strona organizacyjna. Prof. Witold Dobrowolski z IF PAN, redaktor



Uczestnicy Colloquium

naczelny czasopisma *Acta Physica Polonica A*, uznał konferencję za „istotne wydarzenie naukowe”. Podobne przekonanie wyrażali też inni uczestniczący goście. Profesor H. Puzkarski (UAM) jako współredaktor *Acta Physicae Superficierum* także wysoko ocenił nie tylko merytoryczną, lecz również organizacyjną stronę *colloquium*. Konferencja

odbywała się pod patronatem Urzędu Marszałkowskiego w Łodzi, Urzędu Miasta oraz Rektora UŁ.

*Tadeusz Balcerzak*

Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej  
Uniwersytet Łódzki

## NOWI PROFESOROWIE

### ■ Piotr Zieliński

Urodził się w 1955 r. w Nowym Targu. Naukę szkolną rozpoczął w czteroklasowej szkole podstawowej w Czorsztynie. Jako uczeń V LO im. A. Witkowskiego w Krakowie z zainteresowaniem oglądał przedstawienia Krakowskiego Teatru Międzyszkolnego. W klasie maturalnej matematyki uczyła go niezapomniana profesor Bronisława Małkowska. Ze studiów fizyki na Uniwersytecie Jagiellońskim (1974–79) najlepiej zapamiętał zajęcia z teorii grup prowadzone przez prof. Antoninę Kowalską. Ukończył też Państwową Szkołę Muzyczną II Stopnia w Krakowie.

Wiele zawdzięcza promotorowi swej pracy doktorskiej nt. przejść fazowych w kryształach molekularnych (UJ, 1983 r.) prof. Krzysztofowi Parlińskiemu, który polecił go kierującemu Laboratorium Kryształów Molekularnych Uniwersytetu I w Lille prof. René Fouretowi. W trakcie wieloletniej współpracy z tym ośrodkiem wykonał szereg prac nt. materiałów molekularnych. Tam też poznał wypracowane w zespole prof. Leonarda Dobrzyńskiego metody opisu powierzchni i układów niskowymiarowych. Praktyczne zastosowanie tych metod stało się przedmiotem jego habilitacji w roku 1994 w Instytucie Fizyki Jądrowej w Krakowie. Tytuł naukowy otrzymał 3 kwietnia 2009 r.

Jest autorem i współautorem ponad 80 prac naukowych. Za najciekawsze swe wyniki uważa: wykrycie przejścia fazowego ze struktury kwadratowej do heksagonalnej w dwuwymiarowym kryształ jonowym (z Krystyną Zabińską, 1988), opracowanie modelu Isinga ze stanami o róż-

nym stopniu degeneracji (z Wilfriedem Schranzem i in., 2001), wykazanie istnienia fal powierzchniowych w pasmach radiacyjnych w materiałach o ujemnym współczynniku Poissona (z Dominikiem Trzupkiem, 2009) oraz stwierdzenie roli symetrii w kształtowaniu stylów muzycznych (2001). Od 2006 r. jest kierownikiem Zakładu Badań Strukturalnych IFJ im. H. Niewodniczańskiego PAN w Krakowie, był sekretarzem, a obecnie jest zastępcą przewodniczącego Rady Naukowej tego Instytutu. Jest profesorem Politechniki Krakowskiej.



W wolnych chwilach wędruje w miejsca przypominające dawny Czorsztyn. Lubi rozwiązywać zadania z harmonii i uważa, że uprawianie muzyki może łagodzić skutki braku zdolności matematycznych.

## ■ Tytuły profesorskie

Prezydent Rzeczypospolitej Polskiej nadał w dniu 25 września 2009 r. tytuł naukowy profesora nauk fizycznych 9 osobom. Są to: Michael John Church (UJ), Edward Bolesław Darżynkiewicz (UW), Krzysztof Jan Golec-Biernat (IFJ PAN i URz), Jerzy Konior (UJ), Wiesław Andrzej Nowak (UMK), Marek Jerzy Stankiewicz (UJ), Krzysztof Stanisław Szot (UŚ), Renata Grażyna Świrkowicz (PW) i Zbigniew Ryszard Żytikiewicz (IF PAN).

<http://isap.sejm.gov.pl>

M. S.

## ■ Nagrody FNP

Najwyższe polskie wyróżnienia naukowe – Nagrody Fundacji na rzecz Nauki Polskiej otrzymali w tym roku:

- ▶ w dziale nauk humanistycznych i społecznych – prof. dr hab. Jerzy Strzelczyk (Instytut Historii UAM) za rozprawę „Pióro w wątych dłoniach”, pokazującą w nowatorski sposób wkład twórczości intelektualnej kobiet w rozwój cywilizacji europejskiej od starożytności do przełomu X/XI w.;
- ▶ w dziale nauk przyrodniczych i medycznych – prof. dr hab. Andrzej Koliński (Wydział Chemii UW) za opracowanie i zastosowanie w praktyce unikatowych metod przewidywania struktury przestrzennej białek;
- ▶ w dziale nauk ścisłych – prof. dr hab. Józef Barnaś (Instytut Fizyki UAM i Instytut Fizyki Molekularnej PAN) za tworzenie teoretycznych podstaw spintroniki, a w szczególności za wyjaśnienie zjawiska gigantycznego magnetooporu;
- ▶ w dziale nauk technicznych – prof. dr hab. Bogdan Marciniak (Wydział Chemii UAM) za odkrycie nowych reakcji i nowych katalizatorów procesów prowadzących do wytwarzania materiałów krzemooorganicznych o znaczeniu przemysłowym.

Nagrody FNP zostaną uroczysto wręczone laureatom 2 grudnia 2009 r. na Zamku Królewskim w Warszawie. Ich wysokość wynosi w tym roku 200 tys. zł.

[www.fnp.org.pl](http://www.fnp.org.pl)

M. S.

## ■ Nagroda im. Mariana Mięśowicza PAU

Nagroda im. Mariana Mięśowicza jest przyznawana co dwa lata za wybitne osiągnięcia w dziedzinie fizyki. Po raz pierwszy przyznano ją w 1997 r., gdy laureatem został dr Władysław Wolter. Kolejni laureaci to: w 1999 r. – dr hab. Piotr Bizoń i dr hab. Tadeusz Chmaj, w 2001 r. – dr hab. Krzysztof Golec-Biernat, 2003 r. – prof. dr hab. Stanisław Jadach, 2005 r. – prof. dr hab. Piotr Chankowski, 2007 r. – prof. dr hab. Marek Jeżabek. Oprócz prof. P. Chankowskiego z Uniwersytetu Warszawskiego i dr hab. P. Bizonia z UJ, wszyscy pozostali laureaci pracują w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN.

Zgodnie z regulaminem laureaci otrzymują gratyfikację finansową o łącznej wysokości nie mniejszej niż półroczna pensja profesora wyższej uczelni. Fundatorami nagrody są działające w Krakowie instytuty fizyki.

W tym roku nagrodę przyznano dwóm profesorom z Instytutu Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego PAN: Wojciechowi Broniowskiemu i Wojciechowi Florkowskiemu za pracę „Description of the RHIC  $p_{\perp}$  spectra in a thermal model with expansion” opublikowaną w *Physical Review Letters* **87**, 272302 (2001). Do momentu złożenia wniosku o nagrodę artykuł uzyskał (według bazy SPIRES) 120 cytowań.

Praca dotyczy opisu zjawisk zachodzących w trakcie zderzeń ciężkich jąder atomowych przy najwyższych energiach osiąganych w laboratoriach fizycznych. W wyniku takich zderzeń produkowane są tysiące cząstek elementarnych, które przez pewien czas tworzą układ przypominający rozszerzającą się ciecz. W pewnej chwili układ staje się na tyle rozrzedzony, że cząstki przestają oddziaływać ze sobą i poruszają się swobodnie do układów detekcyjnych. Autorzy założyli, że w wyniku eksplozywnego charakteru zjawiska zaraz po ustaleniu składu hadronowego ustają również procesy rozproszeniowe. Koncepcja ta wprowadza znaczne uproszczenie w opisie niezwykle skomplikowanych procesów zderzeń jądrowych wysokiej energii i pozwala na ich lepsze zrozumienie na gruncie modelu statystycznego. Podejście pozwoliło na bezpośrednie wyznaczenie wartości szeregu wielkości, jak stosunki krotności cząstek, widma w pędzie poprzecznym, współczynniki przepływu czy korelacje dwucząstkowe. Porównanie wyników z danymi zmierzonymi przy zderzaczu relatywistycznych jonów RHIC w Brookhaven National Laboratory wykazało zadziwiająco zgodność.

W. Broniowski i W. Florkowski będą wkrótce wykorzystywać wyniki wyróżnionej pracy do analizy zderzeń przy zderzaczu LHC w CERN-ie.

Autorzy są teoretykami od wielu lat zajmującymi się z sukcesem fizyką ciężkich jonów i fenomenologią oddziaływań silnych.

**Wojciech Broniowski** (ur. 1957 w Miechowie) studiował fizykę na UJ, a pracę magisterską pod kierunkiem prof. Janusza Wilczyńskiego wykonał w Instytucie Fizyki Jądrowej. Tam też w 1981 r. podjął pracę w Zakładzie Fizyki Teoretycznej, kierowa-



Wojciech Broniowski (z lewej) i Wojciech Florkowski przed wejściem do IFJ PAN

nym początkowo przez prof. Wiesława Czyży, a następnie przez prof. Jana Kwiecińskiego. Doktorat uzyskał na University of Maryland w 1986 r., a habilitował się w IFJ w 1996 r. W latach 90. przebywał na stażach naukowych m.in. w Institute for Nuclear Theory w Seattle, SPHT w Saclay, University of Maryland oraz na uniwersytetach w Bochum, Coimbrze i Lublanie. W latach 1993–95 był stypendystą Humboldta na Uniwersytecie w Ratyzbonie. W 2006 r. został profesorem. Po nagłej śmierci prof. Jana Kwiecińskiego objął kierownictwo Zakładu Fizyki Teoretycznej w IFJ PAN, które sprawował do 2007 r. Od 2005 r. jest profesorem w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach. Jest autorem ponad 140 prac. Ma żonę i dwóch synów. Wolne chwile poświęca grze na fortepianie i winiarstwu.

**Wojciech Florkowski** (ur. 1961 w Krakowie) studiował fizykę na UJ w latach 1980–85. Pracę magisterską i doktorską wykonał pod kierunkiem prof. Wiesława Czyży. Od 1989 r. jest pracownikiem IFJ PAN. W latach 1990–92 i 1993–95 przebywał na stażach naukowych w GSI Darmstadt i na Uniwersytecie w Heidelbergu. W roku 1993 został laureatem Nagrody im. H. Niewodniczańskiego przyznawanej przez IF UJ. Stopień doktora habilitowanego uzyskał w 1997 r., a tytuł profesora w 2003 r. Od 2003 r. pracuje również na Uniwersytecie Jana Kochanowskiego w Kielcach. Jest autorem około 90 prac dotyczących fizyki relatywistycznych ciężkich jonów. Wypromował dwóch doktorów. Na początku przyszłego roku ukaże się jego książka *Phenomenology of ultra-relativistic heavy-ion collisions* wydana przez World Scientific. Żonaty, ma córkę Katarzynę. W wolnych chwilach gra na fortepianie – ostatnio zmagając się z Wariacjami Goldbergowskimi Bacha.

Małgorzata Nowina Konopka

## ■ Wiadomości z Torunia

Podobnie jak w latach ubiegłych Instytut Fizyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika oraz Toruński Oddział Polskiego Towarzystwa Fizycznego organizują wykłady z pokazami z fizyki dla uczniów gimnazjów z cyklu „Spotkania z fizyką”, odbywające się w wybrane piątki o godz. 14.45, 16.00, 17.15 i 18.30. Cykl zainaugurował 16 października 2009 r. prof. Grzegorz Karwasz wykładem „Tańcowały dwa Michały”. Na kolejne miesiące przewidziane są następujące wykłady: „Płynie prąd” (prof. Ryszard S. Trawiński, 13 listopada 2009), „O rybach, wielorybach i balonach” (prof. Wiesław Nowak, 4 grudnia 2009), „Dłaczego twierdzimy, że substancje składają się z cząsteczek?” (prof. Aleksander Balter, 8 stycznia 2010) i „O czym mówią widma” (dr Jolanta Domysławska, 12 marca 2010).

Nowością natomiast jest cykl astronomiczny „Kopernik w krótkiej koszulce”, skierowany zarówno do uczniów gimnazjów, jak i szkół ponadgimnazjalnych. Wykłady z pokazami zaplanowano również na wybrane piątki o godz. 14.45, 16.00 i 17.15. Pierwszy wykład „Kosmiczny pojazd: Ziemia” skierowany do gimnazjalistów odbył się 23 października 2009. Program kolejnych wykładów przedstawia się następująco: „Kosmiczny pojazd: Ziemia” (szkoły ponadgimnazjalne, 6 listopada 2009), „Słońce – gwiazda czy Kopciuszek?” (gimnazja, 20 listopada 2009), „Nasłuchiwanie kosmosu: radioastronomia” (szkoły ponadgimnazjalne, 27 listopada 2009) i „Na tropie czarnych dziur i galaktyk” (gimnazja i szkoły ponadgimnazjalne, 18 grudnia 2009).

Toruński Oddział Polskiego Towarzystwa Fizycznego oraz Instytut Fizyki UMK organizują II Ogólnopolskie Seminarium „Komputer w Szkolnym Laboratorium Przyrodniczym”. Odbędzie się ono w gmachu Instytutu Fizyki przy ul. Grudziądzkiej 5 w Toruniu w dniach 2–6 grudnia 2009. Program obejmuje zarówno wykłady, w tym gości zagranicznych, jak i zajęcia warsztatowe. Serwis internetowy seminarium znajduje się na stronie [http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/komputery\\_2009/](http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/komputery_2009/).

Informacje na temat wszystkich wyżej opisanych wydarzeń można znaleźć na nowej stronie Toruńskiego Oddziału PTF pod adresem <http://ptf.fizyka.umk.pl>.

Winięjusz Drozdowski

## ■ ITER opóźniony

Prace nad budową urządzenia do kontrolowanej syntezy termojądrowej ITER nie posuwają się od wiosny. Partnerzy europejscy rozważają sposoby opłacenia swego udziału w projekcie, do którego należą również Japonia, Rosja, USA, Chiny, Indie i Korea Płd. Plany finansowe z roku 2006 szacowały koszt ITER-a na 5 miliardów euro (budowa) i kolejne 5 mld na 20 lat działalności. Ale zmiany planów konstrukcyjnych zwiększyły koszt budowy przynajmniej dwukrotnie. Zanim budowa się rozpocznie, 27 państw członkowskich UE i Szwajcaria muszą zdobyć gwarancje dodatkowego finansowania. Jedną z możliwości jest kredyt w Europejskim Banku Inwestycyjnym. Istnieje precedens, jak chodzi o takie rozwiązanie: w roku 2002 CERN zaciągnął kredyt w wysokości 300 milionów euro na budowę akceleratora LHC. Czynniki oficjalne zapewniają, że opóźnienie ma przyczyny techniczne i że wszystko jest pod kontrolą, a planowana data zakończenia budowy – rok 2018 – nie jest zagrożona.

Nature 461, 15 October 2009, s. 855

M. S.

## ■ Europejskie źródło neutronów

Po przeszło 10 latach od decyzji o budowie europejskiego spalacyjnego źródła neutronów (ESS) ustalono jego lokalizację. Będzie nią Lund (Szwecja). O długich wahanach przy wyborze miejsca pisaliśmy już w Kronice zeszytu 2/2007. Ostatecznie inicjatywa uzyskała wsparcie ze strony Forum Strategii Europejskiej ds. Infrastruktury Badawczej; ciało to uznało, że projekt ESS jest dojrzały, a jego realizacja przyniesie korzyści badaniom europejskim. W ślad za tym przyszły pieniądze europejskie na prace przygotowawcze, i oferty lokalizacji. We współpracę ze Szwecją zaangażowały się Niemcy, Francja, Polska, Dania, Norwegia, Estonia i Łotwa.

ESS będzie najsilniejszym źródłem neutronów na świecie. Zaspokoi ono potrzeby badaczy w dziedzinach od fizyki materii skondensowanej po biologię. Koszt jego działalności wyniesie ok. 100 milionów euro rocznie. Pierwsze neutrony oczekiwane są za 10 lat, a w ciągu następnych 5 lat zostanie uruchomiona cała towarzysząca aparatura.

Science 324, 1247 (2009)

M. S.

## POSTĘPY FIZYKI W INTERNECIE

<http://postepy.fuw.edu.pl>

- ▶ ARCHIWUM  
spisy treści wszystkich zeszytów
- ▶ ARTYKUŁY DO POBRANIA  
m.in. przekłady wykładów noblowskich (Wolfgang Ketterle, Raymond Davis Jr., Masatoshi Koshiha, Riccardo Giacconi, Aleksiej A. Abrikosow, Anthony J. Leggett, Witalij Ł. Ginzburg, Frank Wilczek, David J. Gross, David Politzer, Roy J. Glauber, Theodor W. Hänsch, John L. Hall, John C. Mather, George F. Smoot III, Albert Fert, Peter A. Grünberg)  
oraz wykłady z ostatnich Zjazdów Fizyków Polskich (Białystok 1999, Toruń 2001, Gdańsk 2003, Warszawa 2005, Szczecin 2007)
- ▶ MATERIAŁY DODATKOWE  
uzupełnienia niektórych artykułów

## WKRÓTCE W POSTĘPACH



- *Stanisław Wróbel, Zofia Gołąb-Meyer i Maria Baster-Grząślewicz – podsumowanie XL Zjazdu Fizyków Polskich (Kraków 2009)*
- *Stanisław Krukowski et al. piszą o własnościach powierzchni GaN w modelowaniu za pomocą DFT (density functional theory – teoria funkcjonału gęstości)*
- *Grzegorz Karwasz i jego zespół przedstawiają siedem artykułów na temat „Komputer w szkolnym laboratorium fizycznym”*
- *Stanisław Bajtlik podsumowuje dokonania Światowego Roku Astronomii 2009*

## PRENUMERATA

*Postępy Fizyki* można zaprenumerować w jeden z następujących sposobów.

- ▶ PRZEZ ODDZIAŁY PTF (tylko prenumerata krajowa dla członków PTF i studentów):

Cena rocznej prenumeraty krajowej w 2010 r. wynosi 48 zł. Dostawa *Postępów* odbywa się za pośrednictwem Oddziałów.

- ▶ PRZEZ ZARZĄD GŁÓWNY PTF (tylko prenumerata krajowa):

Wpłaty należy dokonać na konto Zarządu Głównego PTF: 19 1020 1097 0000 7802 0001 3128 (PKO BP IX O/Warszawa) lub w Biurze Zarządu Głównego PTF.

Cena rocznej prenumeraty krajowej w 2010 r. wynosi 60 zł. Dostawa *Postępów Fizyki* następuje drogą pocztową pod wskazany adres.

- ▶ PRZEZ PRZEDSIĘBIORSTWA KOLPORTAŻU PRASY:

RUCH (<http://www.prenumerata.ruch.com.pl>)

KOLPORTER (<http://sa.kolporter.com.pl>)

GARMOND PRESS (<http://www.garmond.com.pl>)

Cena rocznej prenumeraty krajowej w 2010 r. wynosi 72 zł.

Prenumerata ze zleceniem dostawy za granicę – patrz <http://www.ruch.pol.pl>.

Dostępne są również zeszyty archiwalne – prosimy o kontakt z redakcją.

## INFORMACJE DLA AUTORÓW

Artykuły powinny mieć charakter przeglądowy i być przystępne dla ogółu fizyków. Prace należy nadsyłać pod adresem redakcji. O przyjęciu pracy do druku decyduje komitet redakcyjny. Prac niezamówionych i niezakwalifikowanych do druku redakcja nie zwraca. Bardziej szczegółowe informacje na temat układu i sposobu przygotowania pracy znajdują się na stronie internetowej *Postępów Fizyki*.

## REKLAMA W POSTĘPACH FIZYKI

Zapraszamy – szczególnie przedstawicieli producentów aparatury oraz sprzętu i oprogramowania komputerowego, wydawców podręczników i książek naukowych oraz popularnonaukowych – do zamieszczania ogłoszeń reklamowych w *Postęпах Fizyki*. Nasze czasopismo dociera do większości polskich fizyków, z których wielu decyduje o bieżących zakupach uczelni, instytutów i szkół. Zainteresowanych prosimy o kontakt z redakcją pod adresem: [postepy@fuw.edu.pl](mailto:postepy@fuw.edu.pl).

## POSTĘPY FIZYKI (ADVANCEŚ IN PHYSICS)

Founded in 1949, published bimonthly in Polish with titles in English by the Polish Physical Society with a support of the Ministry of Science and Higher Education and the Physics Faculty of the Warsaw University.

## INFORMATION FOR SUBSCRIBERS

A subscription order can be sent through the local press distributor or directly to „RUCH” S.A. Oddział Krajowej Dystrybucji Prasy, ul. Jana Kazimierza 31/33, skrytka pocztowa 12, 00-958 Warszawa, Poland (for details see <http://www.ruch.pol.pl>).



Zdjęcie górne lewe – Od lewej: prof. Mariusz Zubek, prodziekan ds. organizacji na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej PG, przewodniczący Komitetu Organizacyjnego konferencji 41st EGAS; prof. Mirosław Krajewski, prorektor ds. rozwoju i finansów UG; prof. Henryk Krawczyk, rektor PG; prof. Eva Lindroth, przewodnicząca sekcji EGAS ze Szwecji oraz prof. Anton Zeilinger z Austrii (fot. Krzysztof Krzempek)

Zdjęcie górne prawe – Alain Aspect, wybitny specjalista w dziedzinie spektroskopii laserowej (fot. Tomasz Wąsowicz)

Zdjęcie środkowe – W kularach: Paweł Horodecki i członek zarządu AMOPD Hartmut Hotop (fot. Tomasz Wąsowicz)

Zdjęcie dolne – Uczestnicy konferencji 41st EGAS, Gdańsk 2009 (fot. Krzysztof Krzempek)



