

tom 59,

zeszyt 4

rok 2008

nr indeksu 369721

cena 12 zł (0% VAT)

# POSTĘPY FIZYKI

Dwumiesięcznik Polskiego Towarzystwa Fizycznego



**Schematy Jabłońskiego**

**Czarne dziury**

**Nasze miejsce we Wszechświecie**



ISSN 0032-5430



9 770032 543004 >





Przed otwarciem sesji naukowej poświęconej osiągnięciom naukowym Profesora Mięśowicza (23 listopada 2007 r., aula Polskiej Akademii Umiejętności); na pierwszym planie córki Profesora Maria Rybicka i Teresa Malecka (fot. Michał Turuła)



Podczas uroczystego seminarium „Profesor Marian Mięśowicz we wspomnieniach uczniów i przyjaciół” (22 listopada 2007 r., aula Instytutu Fizyki Jądrowej PAN) Profesora wspomina Zdzisław Buja; obok Kacper Zalewski (fot. Maria Mielnik)



Na przyjęciu w Urzędzie Miasta Krakowa (23 listopada 2007 r.): Henryk Pałka, Michał Turuła i Frank Wilczek (fot. Maria Mielnik)

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 Gronkowski (redaktor naczelny), Ewa Lipka (sekretarz redakcji), Mirosław Łukaszewski, Magdalena Staszal, Marek Więckowski, Barbara Wojtowicz

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), Ryszard Drozdowski (Gdańsk), Roman Bukowski (Gliwice), Jerzy Warczewski (Katowice), Małgorzata Wysocka-Kunisz (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), Wini-cjusz Drozdowski (Toruń), Aleksandra Miłosz (Warszawa), Bernard Janczewicz (Wrocław), Joanna Borgensztajn (Zielona Góra)

POLSKIE TOWARZYSTWO FIZYCZNE

ZARZĄD GŁÓWNY

Reinhard Kulesa (prezes), Krystyna Ławniczak-Jabłońska (sekretarz generalny), Roman Puźniak (skarbnik), Jacek M. Baranowski, Przemysław Dereń, Mirosław Trociuk i Jerzy Warczewski (członkowie wykonawczy), Bolesław Augustyniak, Maria Dobkowska, Stanisław Dubiel, Henryk Figiel, Jacek Przemysław Goc, Zofia Gołąb-Meyer, Bernard Janczewicz 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 Zbrozczyk (Częstochowa), Bolesław Augustyniak (Gdańsk), Bogustawa Adamowicz (Gliwice), Maciej Maśka (Katowice), Aldona Kubala-Kukuś (Kielce), Stanisław Wróbel (Kraków), Jerzy Żuk (Lublin), Bogustaw Broda (Łódź), Stanisław Waga (Opole), Roman Świetlik (Poznań), Małgorzata Klisowska (Rzeszów), Włodimir Tomin (Stupsk), Adam Bechler (Szczecin), Grzegorz Karwasz (Toruń), Mirosław Karpierz (Warszawa), Bernard Janczewicz (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

J. Kijowski – Czarne dziury: odkryte w przyrodzie czy wymyślone przez człowieka? .....	146
J.D. Barrow – Nasze miejsce we Wszechświecie .....	154
M.P. Heller, J. Kaczmarczyk – Nowa forma zajęć z fizyki .....	159
L. Smentek – Schematy Jabłońskiego .....	162
WSPOMNIENIA: Jerzy Prochorow (1938–2006) .....	174
Alexander Łempicki (1922–2007) .....	176
ZE ZJAZDÓW I KONFERENCJI .....	178
NOWI PROFESOROWIE .....	182
RECENZJE .....	185
PTF .....	187
KRONIKA .....	189

*Droży Czytelnicy,*

*Obecny zeszyt zdominowany jest przez wspomnienia i Wszechświat. „Nasze miejsce we Wszechświecie” to tytuł anonowanego już przez nas wykładu Johna Barrowa wygłoszonego z okazji otrzymania przez niego doktoratu honoris causa Uniwersytetu Szczecińskiego na sesji inauguracyjnej XXXIX Zjazdu Fizyków Polskich w Szczecinie. Dziękujemy prof. Mariuszowi P. Dąbrowskiemu za kompetentny przekład tekstu tego wykładu. Spraw dużego formatu dotyczy też artykuł Jerzego Kijowskiego o czarnych dziurach. Autor stawia w tytule prowokacyjne pytanie, czy zostały one odkryte w przyrodzie, czy tylko przez nas wymyślone. Warto poznać przywołane przez Autora argumenty na rzecz ich istnienia, choć lektura artykułu wymaga pewnego trudu.*

*Znajdą Państwo w tym zeszycie wspomnienia współpracowników o profesorach Jerzym Prochorowie i Alexandrze Łempickim, znanych i cenionych optykach i spektroskopistach, oraz esej Lidii Smentek o schematach Jabłońskiego. Korzystając przede wszystkim ze wspomnień samego Profesora oraz jego córki, prof. Danuty Jabłońskiej-Frąckowiak, a także uczniów, współpracowników i przyjaciół Profesora, Autorka przekonuje nas, że prof. Aleksander Jabłoński pozostawił nam nie tylko swe słynne schematy fizyczne, lecz także liczne schematy nie-fizyczne, stanowiące cenne wskazówki życiowe.*

*Życzę ciekawej i pouczającej lektury,*

*Mirek Łukaszewski*

*Na okładce:*

Portret Profesora Aleksandra Jabłońskiego namalowany przez Edmunda Wadowskiego i wiszący w gabinecie Profesora, dziś gabinecie Dyrektora Instytutu Fizyki UMK (koncepcja okładki: Lidia Smentek)

# Czarne dziury: odkryte w przyrodzie czy wymyślone przez człowieka?\*

Jerzy Kijowski

Centrum Fizyki Teoretycznej PAN oraz Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego, Warszawa

---

## Black holes: discovered or invented?

*Abstract:* A short history of the general relativity theory (together with the theory of „black holes”) is presented. A mathematical structure which enables us to describe gravitational field as a field of local inertial frames is proposed in a simple form. The notion of the curvature tensor is derived as an obstruction against existence of linear coordinates.

---

## Rola spekulacji teoretycznych w fizyce

Fizyka jest nauką empiryczną. Tę prawdę wbijano mi do głowy przez całe dzieciństwo i młodość, ostro przeciwstawiając „postępowe” nauki doświadczalne „scholastycznym spekulacjom”, które jedynie hamowały rozwój cywilizacji. Taka postawa filozoficzna nie jest nowa. Wyraziście była eksponowana np. w dziele Sykstusa Empiryka napisanym ok. roku 200 a zatytułowanym bardzo wymownie: „Przeciw matematykom” (*Προς μαθηματικούς*).

A tymczasem u podstaw nowożytnej fizyki leżą mocno spekulatywne zasady dynamiki Galileusza–Newtona! Rzeczywiście: czy ktoś z nas miał kiedykolwiek do czynienia w potocznym doświadczeniu z pojazdem, który porusza się ruchem jednostajnym, gdy nie działa nań żadna siła (bo np. skończyła się benzyna)?

Nieraz więc bywało tak, że nauka rozwijała się właśnie dzięki czysto teoretycznym spekulacjom, a przewidywane w ten sposób obiekty czy zjawiska fizyczne musiały potem długo jeszcze czekać na „prawdziwe” – to znaczy eksperymentalne – odkrycie, stanowiące ostateczne potwierdzenie słuszności rozumowania, które doprowadziło do ich pierwszego – teoretycznego – wykrycia.

Tak się zdarzyło np. przewidzianym przez Maxwella falom elektromagnetycznym. Pojawiły się one jako matematycznie konieczne rozwiązania równań elektrodynamiki, gdy ich twórca poprawił równanie Ampère’a z czysto „spekulatywnych” powodów, wprowadzając do niego tzw. prąd przesunięcia, by stało się zadość prawu zachowania ładunku. Podnosząc to prawo do rangi podstawowej zasady uniwersalnej, Maxwell odkrył „po raz pierwszy” fale radiowe, bez których trudno sobie wyobrazić nasze współczesne życie. A przecież na drugie – doświadczalne – odkrycie musiały one potem czekać jeszcze prawie 40 lat, kiedy to zostały wprzęgnięte w służbę ludzkości przez

Heinricha Hertza, Guglielmo Marconiego lub Aleksandra Popowa, w zależności od tego, w jakim kraju i w jakim ustroju politycznym kończyliśmy szkołę.

Tak zwane czarne dziury, podobnie zresztą jak fale grawitacyjne, są matematycznie konieczną konsekwencją nowoczesnej teorii grawitacji sformułowanej w 1915 r. przez Alberta Einsteina. Nie dysponujemy do tej pory wynikami obserwacji, które w sposób niewątpliwy dowodziłyby ich istnienia w kosmosie, choć mamy wiele pośrednich argumentów za tym, by pewne obiekty astronomiczne interpretować właśnie jako czarne dziury. Status epistemologiczny czarnych dziur jest więc obecnie analogiczny do statusu fal radiowych w roku – powiedzmy – 1870.

## Czy grawitacja da się sprowadzić do czystej geometrii?

Historia einsteinowskiej teorii grawitacji, popularnie zwanej ogólną teorią względności, też zaczęła się od czystej spekulacji. Wspaniale rozwinięta w XIX w. mechanika nieba, oparta na teorii newtonowskiej, znakomicie tłumaczyła obserwowane zjawiska astronomiczne i z czysto eksperymentalnego punktu widzenia nie było żadnych powodów, by tę teorię zmieniać. Tymczasem jednak w 1905 r. Einstein zaproponował nową teorię ruchu i nowy opis pola elektromagnetycznego. Chodziło o to, by wytłumaczyć m.in. zaobserwowany fakt niezależności prędkości światła od prędkości mierzącego ją obserwatora. Ta nowa teoria, zwana szczególną teorią względności, odniosła ogromny sukces, dostarczając znakomitego narzędzia do opisu zjawisk fizycznych polegających na oddziaływaniu elektromagnetycznym – i to opisu zgodnego z doświadczeniem Michelsona–Morleya. Ponieważ miała ona charakter uniwersalnej teorii czasu i przestrzeni, wielki myśliciel, jakim był Einstein, spróbował teraz opisać siły

---

\*Na podstawie odczytu wygłoszonego w dniu 24 maja 2007 r. na Konwersatorium Politechniki Warszawskiej (przedruk za zgodą Autora i redakcji *Miesięcznika Politechniki Warszawskiej*).

gravitacyjne w swoim nowym, czterowymiarowym, „relatywistycznym” formalizmie. Okazało się to niemożliwe, a w każdym razie nie było na to żadnej prostej i naturalnej recepty. Po kilku latach rozmyślań Einstein doszedł do wniosku, że trajektorie swobodnie spadających ciał (tzn. ciał poddanych jedynie działaniu sił grawitacyjnych) są po prostu „najbardziej prostymi ze wszystkich możliwych” liniami w (prawdopodobnie) krzywej czasoprzestrzeni. Punktem wyjścia tej hipotezy była powszechnie obserwowana równość masy inercjalnej i masy grawitacyjnej różnych ciał – począwszy od skali przysłowowego newtonowskiego jabłka do skali obserwowanych ciał niebieskich. Łatwo zrozumieć, o co chodzi, przyglądając się np. równaniu Newtona opisującemu ruch ciała o masie  $m$  i ładunku elektrycznym  $e$  poruszającego się w polu elektrycznym o natężeniu  $E$ :

$$ma = eE. \quad (1)$$

Ciała o jednakowych masach, ale różnych ładunkach poruszają się zupełnie inaczej! Tymczasem dla sił grawitacyjnych analogiczne równanie Newtona wygląda następująco:

$$ma = mG, \quad (2)$$

gdzie przez  $G$  oznaczyłem „natężenie pola sił grawitacyjnych” (równe gradientowi potencjału grawitacyjnego z przeciwnym znakiem). Występujący po lewej stronie czynnik  $m$  jest miarą bezwładności ciała – podobnie jak w przypadku równania (1). Natomiast występująca po prawej stronie wielkość  $m$  odgrywa rolę „ładunku grawitacyjnego” i jest miarą wrażliwości ciała na pola grawitacyjne. Z punktu widzenia teorii Newtona  $m$  po prawej stronie mogłoby być różne od  $m$  po lewej stronie i nie prowadziłyby to do żadnych komplikacji filozoficznych. Tymczasem jednak wszelkie pomiary (począwszy od Galileusza, rzucającego ponoć różne przedmioty z Krzywej Wieży w Pizie) pokazują, że obie masy są sobie *z a w s z e* równe. Oznacza to, że równanie (2) można uprościć przez  $m$ . Wobec tego trajektorie ciał spadających swobodnie są takie same dla różnych ciał. Jabłko powinno poruszać się po takiej samej orbicie wokółsłonecznej jak planeta. Powinniśmy zatem traktować tę orbitę jako pewną uniwersalną własność geometryczną czasoprzestrzeni, w której „żyje” pole grawitacyjne  $G$ , niezależną od tego, jakim ciałem (jabłkiem czy planetą) posługujemy się w celu jej zbadania. O jaką własność może tutaj chodzić?

Einstein znalazł odpowiedź w powstałej wcześniej geometrii nieeuklidesowej i zaproponował, by odejść od obrazu czasoprzestrzeni jako obiektu idealnie płaskiego, do którego stosują się pojęcia geometrii euklidesowej, znane nam z kursu szkolnego, np. takie, jak możliwość absolutnego, niezależnego od drogi przesunięcia równoległego wektorów na dowolne odległości. To, co w małej skali jest banalnie proste: należy przyłożyć ekierkę do linijki i przesunąć ją dożądanego punktu, w wielkiej skali jest – być może – niewykonalne. Czasoprzestrzeń, w której żyjemy, jest prawdopodobnie zakrzywiona, a ciała spadające swobodnie poruszają się po liniach najbardziej prostych z możliwych. Do linii tych nie stosują się twierdzenia

geometrii euklidesowej, jak np. aksjomat Euklidesa o prostych równoległych czy też twierdzenie o sumie kątów w trójkącie. Grawitacja to po prostu odstępstwo geometrii czasoprzestrzennej od „płaskości”. W dalszym ciągu tego wykładu pokażę, jak najprościej można opisać taką strukturę.

## Co to są linie „proste” w krzywej przestrzeni?

Najwcześniej poznaną „krzywą przestrzeni”, dla której opis oparty na geometrii euklidesowej przestał wystarczać, była powierzchnia globu ziemskiego w dobie wielkich odkryć geograficznych. Żeglując po oceanie, najłatwiej jest trzymać się tzw. loksodromy, tzn. linii przecinającej pod stałym kątem siatkę geograficzną złożoną z południków i równoleżników. Przy takiej żegludze sternik musi po prostu trzymać ciągle ten sam kurs kompasowy. We współrzędnych geograficznych  $(\theta, \varphi)$  równanie takiej trajektorii ruchu wygląda rzeczywiście tak, jak wyrażone we współrzędnych kartezjańskich równanie linii prostej na płaszczyźnie:

$$\theta(t) = \theta_0 + at, \quad \varphi(t) = \varphi_0 + bt, \quad (3)$$

gdzie  $t$  jest oznaczeniem jakiegokolwiek parametru afinicznego (np. czasu, gdy statek płynie ze stałą prędkością). Można te równania zapisać równoważnie w postaci warunku na znikanie drugich pochodnych obu funkcji:

$$\ddot{\theta}(t) = 0, \quad \ddot{\varphi}(t) = 0, \quad (4)$$

co gwarantuje liniową zależność obu funkcji od parametru.

Nazwa „loksodroma” pochodzi od greckich słów „loksós” – ukośny oraz „droma” – linia prosta. Ale, pożałujcie się Boże, cóż to za prosta! W żegludze po Morzu Bałtyckim może być nawet przydatna, ale wystarczy popatrzeć na globus, by zauważyć, że żegluga po loksodromie z Plymouth do Nowego Jorku to ogromna strata czasu! A w pobliżu biegunów loksodroma coraz bardziej zbliża się do spirali Archimedesusa i poruszanie się po niej przypominałoby raczej taniec świętego Wita niż jakiegokolwiek sensowne zmierzanie do celu.

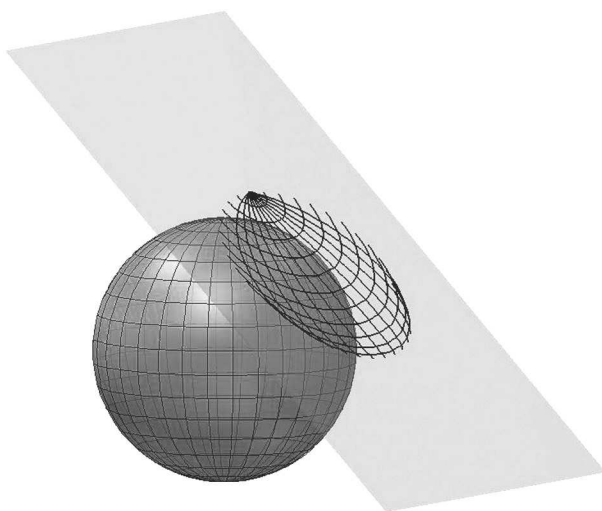
Gdyby na globusie naciągnąć gumkę umocowaną na końcach w dwóch miastach leżących po różnych stronach oceanu, to wyznaczyłaby ona zupełnie inną trasę, zwaną ortodromą, czyli „linią prostą”. Jest to odcinek wielkiego koła na kuli i czujemy instynktownie, że wyznacza on najkrótszą drogę między punktem startu a punktem docelowym.

Wyznaczanie ortodromy to najbardziej typowe zadanie, jakie rozwiązują studenci wydziału nawigacji w szkole morskiej. Trzeba się tu wyzybyć nostalgii za funkcjami liniowymi typu (3), bo równanie różniczkowe opisujące ortodromę względem współrzędnych geograficznych  $(\theta, \varphi)$  jest dużo bardziej skomplikowane niż warunek (4) na znikanie „przyspieszenia”, tzn. drugich pochodnych. Aby je tutaj wyprowadzić, zauważmy, że w każdym punkcie globu  $(\theta_0, \varphi_0)$  można wybrać takie lokalne współrzędne  $(x, y)$ ,

żeby przynajmniej w tym jednym punkcie równanie ortodromy wyglądało tak, jak (4):

$$\ddot{x}(t) = 0, \quad \ddot{y}(t) = 0. \quad (5)$$

W tym celu rozważymy płaszczyznę styczną do globusa w naszym „miejscu postoju”  $(\theta_0, \varphi_0)$  – niech będzie to np. kartka papieru. Jak widać z rys. 1, rzut siatki geograficznej z globusa na naszą kartkę daje wysoce nieprostoliniowy układ współrzędnych. Gdyby nasze miejsce postoju znajdowało się na lądzie, to siatka ta zupełnie nie nadawałaby się jako lokalna mapa do celów geodezyjnych, takich jak wytyczanie sieci równoległych ulic czy obrysów działek w naszej miejscowości.



Rys. 1. Rzut siatki geograficznej na płaszczyznę styczną do kuli

Do tych celów najlepiej używać siatki współrzędnych kartezyjskich na kartce. Gdy zrzutujemy je (za pomocą rzutu prostopadłego) z naszej kartki papieru na globus, otrzymamy właśnie lokalnie najlepsze, „wyprostowane” współrzędne. Wybierzmy np. oś  $X$  w kierunku wschodnim, zaś oś  $Y$  – prostopadle, w kierunku północnym, przy czym, dla prostoty rachunków, niech początkiem układu współrzędnych będzie właśnie nasze „miejsce postoju”  $(\theta_0, \varphi_0)$  (rys. 2). Odrobina znajomości trygonometrii pozwoli nam stwierdzić, że zależność między współrzędnymi geograficznymi a naszymi „lokalnie prostoliniowymi” współrzędnymi  $(x, y)$ , skopiowanymi z płaskiej kartki, wyraża się następującymi wzorami:

$$\theta = \theta_0 - y + Ax^2 + \text{człony wyższego rzędu}, \quad (6)$$

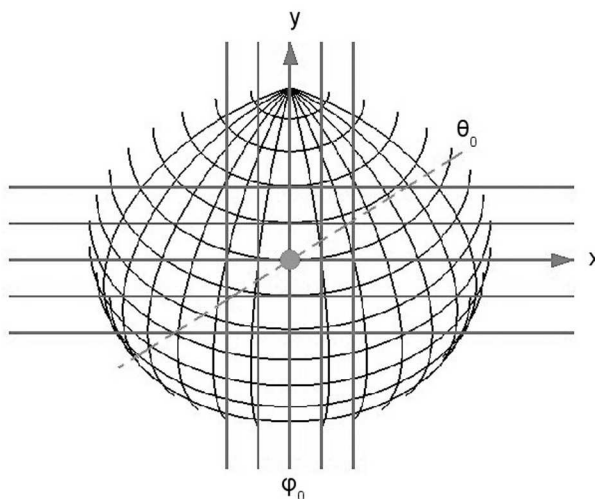
$$\varphi = \varphi_0 + x(1 + By) + \text{człony wyższego rzędu}. \quad (7)$$

Pozwoliłem sobie na pewną nonszalancję w zapisie powyższych wzorów, bo chcę zwrócić uwagę na ich strukturę, a do tego ani wartości stałych  $A$  i  $B$ , ani szczegółowe informacje o członach rzędu wyższego niż kwadratowy nie są potrzebne. Otóż człony rzędu zerowego zostały wprowadzone tylko po to, by odpowiednio „scentrować” nasze

współrzędne, tzn. by środek układu  $(x, y)$  przypadła właśnie w punkcie  $(\theta_0, \varphi_0)$ . Wybór ten jest nieistotny z punktu widzenia naszego celu, jakim jest „wyprostowanie” równania ortodromy do najprostszej postaci (5). Człony rzędu pierwszego zostały wybrane tak, by osie  $X$  i  $Y$  były odpowiednio skierowane. Znak minus przed zmienną  $y$  w pierwszym równaniu pochodzi stąd, że jako matematyk liczę „szerokość geograficzną”  $\theta$  od bieguna północnego w dół, na południe. Tymczasem jako nawigator wolę liczyć współrzędną  $y$  na mapie w górę, na północ. Ale to również jest zupełnie nieistotne z punktu widzenia naszego celu: dowolna inna transformacja liniowa współrzędnych  $(x, y)$  będzie równie dobra. Także człony wyższego rzędu są nieistotne, bo w punkcie  $(x, y) = (0, 0)$  nie dają wkładu do równania (5). To, co istotne, to człony kwadratowe, reprezentowane tutaj przez dwie stałe:  $A$  i  $B$ . Odrobina znajomości trygonometrii wystarczy, by się przekonać, że ich wartości wynoszą:

$$A = \frac{1}{2} \sin \theta_0 \cos \theta_0, \quad B = \text{ctg } \theta_0. \quad (8)$$

Gdybyśmy mieli osiąść na stałe w miejscowości  $(\theta_0, \varphi_0)$ , to już nigdy inna mapa nie byłaby nam potrzebna: ta jest najlepsza ze wszystkich możliwych. Jeśli jednak punkt  $(\theta_0, \varphi_0)$  znajduje się na oceanie, a my jesteśmy nawigatorami w podróży, to niestety nasza doskonała (w otoczeniu punktu  $(\theta_0, \varphi_0)$ ) mapa wkrótce się zdezaktualizuje i trzeba będzie ją szybko wymienić na inną, dostosowaną do innego punktu. No, ale nie możemy wozić ze sobą tak ogromnej liczby map: po jednej dla każdego małego otoczenia kolejno mijanych punktów globu! Przepróśmy się zatem z bardziej globalnymi współrzędnymi geograficznymi i zapiszmy równanie ortodromy (5) (oznaczonej na rys. 2 linią przerywaną) w tych współrzędnych. Różnicz-



Rys. 2. Współrzędne geograficzne a lokalne współrzędne prostopadłoliniowe

kując stronami wzory (6) i (7), otrzymujemy:

$$\dot{\theta} = -\dot{y} + 2Ax\dot{x}, \quad (9)$$

$$\ddot{\theta} = -\ddot{y} + 2A\dot{x}\dot{x} + 2Ax\ddot{x}, \quad (10)$$



$$\dot{\varphi} = \dot{x} + Bx\dot{y} + B\dot{x}y, \quad (11)$$

$$\dot{\varphi} = \ddot{x} + 2B\dot{x}\dot{y} + Bx\ddot{y} + B\ddot{x}y. \quad (12)$$

Ale w zmiennych „wprostowanych” równanie ortodromy wyraża znikanie drugich pochodnych (5). Zatem w naszym punkcie postoju  $(x, y) = (0, 0)$  równanie ortodromy wygląda tak:

$$\ddot{\theta} = 2A\dot{x}\dot{x} = 2A\dot{\varphi}^2,$$

$$\ddot{\varphi} = 2B\dot{x}\dot{y} = -2B\dot{\varphi}\dot{\theta}$$

(uwzględniono związki:  $\dot{\theta} = -\dot{y}$  oraz  $\dot{\varphi} = \dot{x}$ , wynikające z (9) i (11)). Po wstawieniu wartości stałych (8) otrzymujemy następujące równania ortodromy:

$$\ddot{\theta} = \dot{\varphi}^2 \sin \theta \operatorname{ctg} \theta, \quad (13)$$

$$\ddot{\varphi} = -2\dot{\varphi}\dot{\theta} \operatorname{ctg} \theta, \quad (14)$$

obowiązujące już uniwersalnie, w każdym punkcie  $(\theta, \varphi)$ , tzn. na całym globie.

Powyższe prościutkie opowiadanie można teraz sformalizować w postaci następującej wyliczanki istotnych z naszego punktu widzenia własności, jakie wykorzystaliśmy do stworzenia wygodnego modelu matematycznego powierzchni globu ziemskiego  $M$  jako tzw. przestrzeni ze strukturą powiązania. Przestrzeń ta może być krzywa, ale lokalnie przypomina przestrzeń afiniczną, w której pojęcie linii prostej jest dobrze określone. Oto te własności.

► Przestrzeń  $M$  jest różniczkowalną. Oznacza to, że lokalnie można parametryzować punkty zbioru  $M$  układem współrzędnych  $(x^k) = (x^1, x^2, \dots, x^n)$ , gdzie liczba naturalna  $n$  nazywa się wymiarem przestrzeni (dla powierzchni globu ziemskiego  $n = 2$ , ale to nie ma żadnego znaczenia). Jeśli  $(y^a)$ ,  $a = 1, \dots, n$ , jest innym układem współrzędnych (mapą), to (tam, gdzie to możliwe) transformacja  $y^a = y^a(x^k)$  jest odpowiednio gładka (np. różniczkowalna klasy  $C^\infty$ ).

► W każdym punkcie  $m \in M$  można wprowadzić relację równoważności  $\sim_m$  między układami współrzędnych wokół  $m$ . Powiemy mianowicie, że układy  $(x^k)$  oraz  $(y^a)$  są równoważne w  $m$ , jeśli ich wzajemne drugie pochodne znikają w tym punkcie:

$$\left( (x^k) \sim_m (y^a) \right) \iff \left( \frac{\partial^2 y^a}{\partial x^k \partial x^l}(m) = 0 \right).$$

Łatwo sprawdzić, że jest to rzeczywiście relacja równoważności (zwrotna, symetryczna, przechodnia). Zatem zbiór wszystkich map wokół  $m$  rozpada się na (wzajemnie rozłączne) klasy równoważności.

► W każdym punkcie  $m$  jest wyróżniona pewna klasa równoważności  $\mathcal{I}_m$ , którą nazwiemy lokalnym układem prostoliniowym lub też – żeby podkreślić inspirację fizyczną – lokalnym układem inercyjnym. Współrzędne odpowiadające mapie należącej do tej klasy będziemy nazywali lokalnie prostoliniowymi albo lokalnie inercyjnymi w punkcie  $m$ . Zakładamy, że  $\mathcal{I}_m$  zależy gładko (różniczkowalnie) od punktu  $m$ . Na razie nie będę precyzował, co to oznacza, ale w dalszym ciągu wykładu stanie się to jasne.

► Sparametryzowaną linię w  $M$  będziemy nazywali ortodromą (czy może nawet – nadużywając nieco terminologii – linią prostą, a w każdym razie „najprostszą z możliwych”), jeśli w każdym punkcie  $M$  spełnia ona warunek

$$\ddot{y}^a(m) = 0, \quad (15)$$

gdy jako współrzędne weźmiemy dowolne współrzędne lokalnie inercjalne w  $m$ , tzn. należące do klasy  $\mathcal{I}_m$ .

► Współrzędne inercjalne w jednym punkcie wcale nie muszą być inercjalne w punktach sąsiednich. Gdyby jednak istniał układ współrzędnych globalnie inercjalny, to taką przestrzeń nazwalibyśmy płaską.

Gdybyśmy mieli zamieszkać na stałe w miejscowości  $m$  i badać jedynie ruchy przejeżdżających przez nią pojazdów, to nie warto byłoby używać innych układów współrzędnych niż układy inercjalne w punkcie  $m$ . Jeśli jednak interesują nas zjawiska zachodzące daleko od nas, jeśli chcemy badać ruchy odległych planet, komet czy może nawet gwiazd albo galaktyk, to – podobnie jak w przypadku nawigacji po ziemskim globie – zmuszeni będziemy używać układów nieinercjalnych, ale za to opisujących dużo większe obszary. Przeliczmy zatem równania ortodromy z układu inercjalnego  $(y^a)$  do jakiegokolwiek układu  $(x^k)$ . Prawo transformacji prędkości z jednego układu do drugiego jest oczywiście:

$$\dot{y}^a = \sum_{k=1}^n \frac{\partial y^a}{\partial x^k} \dot{x}^k = \frac{\partial y^a}{\partial x^k} \dot{x}^k. \quad (16)$$

W ostatnim wyrażeniu opuściliśmy znak sumy, korzystając z konwencji sumacyjnej Einsteina, która bardzo ułatwia pisanie wzorów opisujących struktury geometrii różniczkowej. Głosi ona, że powtórzony wskaźnik – w naszym przypadku  $k$  – oznacza sumowanie po wszystkich jego możliwych wartościach. Różniczkując jeszcze raz po parametrze, otrzymujemy następujące równanie ortodromy wyrażone w nieinercyjnym układzie współrzędnych  $(x^k)$  (pamiętamy o konwencji sumacyjnej!):

$$0 = \ddot{y}^a = \frac{\partial y^a}{\partial x^k} \ddot{x}^k + \frac{\partial^2 y^a}{\partial x^k \partial x^l} \dot{x}^k \dot{x}^l. \quad (17)$$

Powyższy układ  $n$  równań można przepisać w równoważnej postaci, jeśli podziałamy na obie strony macierzą  $(\partial x^n / \partial y^a)$  odwrotną do macierzy  $(\partial y^a / \partial x^k)$  (ich iloczyn daje macierz jednostkową  $(\delta_k^n)$ ). W rezultacie otrzymamy następujące, uniwersalne równanie ortodromy, będące naturalnym uogólnieniem równań nawigatora (13) oraz (14):

$$\ddot{x}^n + \Gamma_{kl}^n \dot{x}^k \dot{x}^l = 0. \quad (18)$$

Symbolem  $\Gamma_{kl}^n$  oznaczyliśmy tutaj następującą kombinację pochodnych:

$$\Gamma_{kl}^n(m) := \frac{\partial x^n}{\partial y^a}(m) \frac{\partial^2 y^a}{\partial x^k \partial x^l}(m). \quad (19)$$

We wzorze tym  $(y^a)$  oznacza dowolne współrzędne inercjalne w punkcie  $m$ , w którym obliczamy wartości współczynników  $\Gamma$ . Łatwo zobaczyć, że wynik nie zależy od wyboru układu współrzędnych  $(y^a)$ , byle tylko należały one do klasy  $\mathcal{I}_m$ . Wielkości te charakteryzują jednoznacznie

układ inercjalny  $\mathcal{I}_m$  względem naszych (dowolnych), roboczych współrzędnych  $(x^k)$ . Można zatem powiedzieć, że cała informacja o polu lokalnych układów inercjalnych jest zawarta we współczynnikach powiązania  $\Gamma_{kl}^n$ . W szczególności układ jest inercjalny w punkcie  $m$ , jeśli współczynniki te znikają w tym punkcie:

$$((x^k) \in \mathcal{I}_m) \iff (\Gamma_{kl}^n(m) = 0).$$

Założenie o gładkiej zależności klasy  $\mathcal{I}_m$  od punktu  $m$  oznacza teraz, że elementy tablicy  $\Gamma_{kl}^n(m)$  są odpowiednio gładkimi funkcjami na przestrzeni  $M$ .

To opowiadanie można ciągnąć dalej; np. łatwo wyprowadzić wzory na transformacje obiektu  $\Gamma$  między dwoma dowolnymi (na ogół nieinercjalnymi) układami współrzędnych. Zainteresowanych odsyłam do obfitej literatury z dziedziny geometrii różniczkowej. Ale główna własność przestrzeni z powiązaniem to istnienie pola lokalnych układów inercjalnych, co pozwala na wyróżnienie szczególnych linii „prostych”, dla których „przyspieszenie” – liczone w układzie inercjalnym – znika.

## Grawitacja jako pole lokalnych układów inercjalnych

I właśnie taka struktura geometryczna czasoprzestrzeni odpowiada według Einsteina polu grawitacyjnemu. Równania ruchu ciała spadającego swobodnie to równania ortodromy (18) w czterowymiarowej czasoprzestrzeni, które można przepisać jako

$$m\ddot{x}^n = -m\Gamma_{kl}^n \dot{x}^k \dot{x}^l. \quad (20)$$

Interpretację tradycyjną, w której prawa strona jest zgodnie z drugą zasadą Newtona siłą grawitacyjną działającą na ciało o masie  $m$ , Einstein proponuje zastąpić interpretacją geometryczną: prawa strona tylko dlatego nie znika, że do opisu ruchu użyliśmy układu odniesienia, który nie jest inercjalny! Siły grawitacyjne dadzą się (lokalnie, w punkcie  $m$ ) wyeliminować, jeśli tylko przejdziemy do układu inercjalnego w punkcie  $m$ . I nie jest to żadna *science fiction*, lecz realna możliwość. Sto lat temu polegała ona na zamknięciu się w swobodnie spadającej windzie, gdzie (zanim nastąpi katastrofa) znajdziemy się w stanie całkowitej nieważkości: będziemy mogli uważać, że sił grawitacyjnych nie ma! W dzisiejszych czasach stan nieważkości stał się powszechnym doświadczeniem wielu ludzi: astronautów i pracowników stacji kosmicznych.

Siły grawitacyjne uzyskały zatem status sił pozornych z mechaniki klasycznej, takich jak siła odśrodkowa czy Coriolisa. Siły te są proporcjonalne do masy ciała. Można je wyeliminować przez wybór odpowiedniego (inercjalnego!) układu odniesienia. Możliwość sprawdzenia, czy nasz układ odniesienia jest inercjalny względem odległych gwiazd, bardzo absorbowwała myśl Ernesta Macha, którego idee wywarły duży wpływ na Einsteina, czemu dał on wielokrotnie wyraz w swych pismach. Pasażer obracającej się karuzeli – argumentował Mach – jeśli nie pozwolić mu na obserwację gwiazd, nie potrafi stwierdzić, czy działające nań siły to siły pozorne, czy też prawdziwe

siły grawitacyjne. Ze wstydem wyznam, że z wielkim trudem podążałem za niektórymi myślami Macha, spisany w języku globalnych układów odniesienia. Wydaje mi się, że cała sprawa staje się niezwykle prosta i klarowna, jeśli zrezygnujemy z globalnych układów odniesienia i nasze rozważania ograniczymy do przytoczonej w niniejszym wykładzie dyskusji lokalnej struktury czasoprzestrzeni. W tej teorii dylemat Macha: działają na mnie siły pozorne (odśrodkowa i Coriolisa), czy grawitacyjne, nie ma żadnego znaczenia. Niezależnie od nazwy siły te mogą zostać wyeliminowane. Ale wyeliminowane tylko lokalnie.

## Jak mierzyć krzywiznę czasoprzestrzeni

Jeśli w zwykłej, płaskiej przestrzeni wybrać krzywoliniowy układ współrzędnych, to równania linii prostych staną się bardzo skomplikowane. Można się o tym łatwo przekonać, próbując napisać np. równanie prostej w układzie współrzędnych sferycznych, w poczciwej, znanej ze szkolnej stereometrii, trójwymiarowej przestrzeni euklidesowej. Wystąpią wtedy wysoce nietrywialne współczynniki powiązania  $\Gamma_{kl}^n$ . Część z nich – te mianowicie, które odpowiadają współrzędnym kątowym – pojawiła się już zresztą w niniejszym artykule pod postacią współczynników (8). Pokażemy teraz, w jaki sposób odróżnić taką sytuację, gdy przestrzeń jest naprawdę prosta, a jedynie prezentuje się tak, jakby była krzywa, bo używamy skomplikowanego, krzywoliniowego układu, od sytuacji, kiedy przestrzeń jest naprawdę krzywa. Rozpocznijmy od „wyprostowania” krzywych współrzędnych  $(x^k)$  w jednym punkcie  $m$  za pomocą wzoru

$$y^k := x^k + \frac{1}{2}\Gamma_{ij}^k(m)x^i x^j + \text{poprawki trzeciego i wyższych rzędów}. \quad (21)$$

Aby się przekonać, że tak poprawione współrzędne  $(y^k)$  są inercjalne w punkcie  $m$ , wystarczy zauważyć, że zachodzi równość (19):

$$\Gamma_{ij}^k(m) = \frac{\partial^2 y^k}{\partial x^i \partial x^j}(m) = \frac{\partial x^k}{\partial y^a}(m) \frac{\partial^2 y^a}{\partial x^i \partial x^j}(m), \quad (22)$$

bo macierz pierwszych pochodnych jest macierzą jednostkową. Czy nie dałoby się poprawek wyższych rzędów – do tej pory nieistotnych – dobrać tak, by wyprostować te współrzędne nie tylko w samym punkcie, ale i wokół niego? Na początku przynajmniej tak, by wyzerować w tym punkcie nie tylko współczynniki powiązania (co już się stało, jeśli tylko przejdziemy do zmiennych  $(y^a)$ ), ale również ich pierwsze pochodne

$$\Gamma_{bcd}^a := \partial_d \Gamma_{bc}^a.$$

W tym celu znów zaczniemy poprawiać już raz poprawione współrzędne, przy czym istotne teraz będą poprawki trzeciego rzędu, bo dadzą one wkład do pochodnych. Ogólna taka poprawka mogłaby wyglądać następująco:

$$\tilde{y}^a := y^a + \frac{1}{2}P_{bc}^a y^b y^c + \frac{1}{6}Q_{bcd}^a y^b y^c y^d. \quad (23)$$

Po to jednak, by coś naprawić, ale przy tym nie pozostawić już znikających współczynników  $\Gamma_{bc}^a$ , musimy położyć  $P_{bc}^a = 0$ . Wtedy współczynniki te zmienią się o drugie



pochodne wyrazu trzeciego rzędu (czyli o człony liniowe, znikające w zerze), natomiast ich pochodne zmieniają się o trzecie pochodne, czyli o człon zerowego rzędu, wyznaczony przez tablicę współczynników  $Q_{bcd}^a$ . Z symetrii trzech pochodnych wynika, że będzie to część całkowicie symetryczna tej tablicy. Ale gdyby  $Q_{bcd}^a$  zawierała cokolwiek poza tą częścią symetryczną, to owo „cokolwiek” (np. część antysymetryczna w jakichś dwu wskaźnikach) i tak nie da wkładu do poprawki (23). Aby zatem uprościć nasze rachunki, możemy od początku założyć, że tablica  $Q_{bcd}^a$  jest całkowicie symetryczna:

$$Q_{bcd}^a = Q_{(bcd)}^a \quad (24)$$

$$:= \frac{1}{6} \{ Q_{bcd}^a + Q_{cdb}^a + Q_{dbc}^a + Q_{dcb}^a + Q_{cbd}^a + Q_{bcd}^a \}. \quad (25)$$

Wtedy pochodne współczynników powiązania  $\Gamma$  w nowym układzie współrzędnych zmieniają się po prostu o  $Q$ :

$$\Gamma_{bcd}^{\tilde{a}} = \Gamma_{bcd}^a + Q_{bcd}^a, \quad (26)$$

które są całkowicie do naszej dyspozycji. Jak widać, potrafilibyśmy w ten sposób „zabić” całą tablicę pochodnych  $\Gamma_{bcd}^a$  jedynie wtedy, gdyby była ona całkowicie symetryczna: wystarczyłoby położyć  $Q_{bcd}^a = -\Gamma_{bcd}^a$ . W ogólnym przypadku, gdy  $\Gamma_{bcd}^a$  nie jest całkowicie symetryczna, zdołamy jedynie „zabić” jej część całkowicie symetryczną. Wynika stąd, że cała reszta, czyli to, co zostaje po odjęciu części całkowicie symetrycznej:

$$K_{bcd}^a = \Gamma_{bcd}^a - \Gamma_{(bcd)}^a, \quad (27)$$

nie zależy już od żadnych poprawek, tzn. jest pewną wielkością charakteryzującą badaną geometrię, niezależną od tego, w jakim układzie współrzędnych (byle był inercjalny!) dokonujemy obliczeń. I rzeczywiście, po dokonaniu poprawek (23) otrzymujemy

$$\tilde{K}_{bcd}^a = \tilde{\Gamma}_{bcd}^a - \tilde{\Gamma}_{(bcd)}^a = \Gamma_{bcd}^a + Q_{bcd}^a - \Gamma_{(bcd)}^a - Q_{(bcd)}^a = K_{bcd}^a \quad (28)$$

na mocy równania (24). Wielkość  $K$  nazywa się tensorem krzywizny przestrzeni  $M$ . Gdy jest ona różna od zera, to – jak widać z definicji – nie ma szans na istnienie globalnego układu inercjalnego, który zabiłby współczynniki  $\Gamma$  globalnie, bo zabiłby on również ich pochodne oraz, w szczególności, ich kombinacje (27). A zatem znikanie tensora krzywizny jest warunkiem koniecznym płaskości przestrzeni. Czy jest to również warunek dostateczny? Czy – po wyzerowaniu pierwszych pochodnych – będziemy musieli zająć się zerowaniem kolejnych i tak w nieskończoność?

Okazuje się, że nie będzie to potrzebne, bo zerowanie się tensora krzywizny  $K$  w „grubym” zbiorze pozwala już skonstruować współrzędne globalnie inercjalne w tym zbiorze. A zatem znikanie  $K$  jest warunkiem koniecznym i dostatecznym płaskości. Tensor krzywizny mierzy rzeczywiście krzywiznę, rozumianą jako niemożność skonstruowania globalnie inercjalnych współrzędnych. A mistyfikacja polegająca na zapisaniu współczynników powiązania płaskiej przestrzeni w krzywoliniowym układzie współrzędnych, przez co będą one wyglądały bardzo skomplikowanie, zostanie natychmiast odkryta, gdy obliczymy

tensor krzywizny, bo mimo pozornie skomplikowanej postaci funkcji  $\Gamma_{bcd}^a(m)$  ostateczny rezultat takich rachunków będzie trywialny:  $K_{bcd}^a \equiv 0$ .

## Materia powodem zakrzywienia czasoprzestrzeni

W teorii grawitacji Einsteina pole grawitacyjne jest zatem polem lokalnych układów inercjalnych, które można opisać w ustalonym układzie współrzędnych jako pole zależnych od punktu czasoprzestrzeni współczynników powiązania  $\Gamma_{bc}^a(m)$ . Ale czym zastąpić równania pola, które w teorii Newtona wyglądały następująco:

$$\mathbf{G} = -\gamma \frac{\mu \mathbf{x}}{\|\mathbf{x}\|^3}, \quad (29)$$

gdzie  $\mu$  oznacza masę ciała będącego źródłem pola (np. Słońca w układzie planetarnym),  $\mathbf{x}$  – wektor wiodący ciała próbnego względem źródła, zaś  $\gamma$  – stałą grawitacyjną? Gdy źródłem pola nie jest masa punktowa, ale ciągły rozkład mas opisany gęstością  $\rho$ , pole  $\mathbf{G}$  jest superpozycją wkładów od poszczególnych punktów. Łatwo stwierdzić, że odpowiada to następującym dwu warunkom, które spełnia to pole:

- 1) Pole  $\mathbf{G}$  jest bezwirowe:  $\text{rot } \mathbf{G} = 0$ .
- 2) Spełnione jest równanie wiążące rozbieżność pola ze źródłami, mianowicie  $\text{div } \mathbf{G} = 4\pi\gamma\rho$ .

Okazuje się, że w teorii Einsteina powyższe warunki należy zastąpić następującymi.

1) Warunek zgodności z resztą fizyki, opisaną przez strukturę metryczną czasoprzestrzeni. Inne działy fizyki – np. elektrodynamika – wykorzystują bowiem pole tensora metrycznego  $g_{kl}$ , opisujące odległości czterowymiarowe między różnymi zdarzeniami przestrzennymi. Strukturą tego tensora zajmuje się szczególna teoria względności. Zgodność obu struktur polega na tym, że tensor metryczny ma być w jakimś sensie „stały” w czasoprzestrzeni. Cóż to jednak ma znaczyć, skoro przechodząc od jednego układu współrzędnych do innego można współrzędne  $g_{kl}$  znacznie zmienić i np. ze stałych uczynić zmienne? Otóż warunek ten oznacza, że pochodne tensora metrycznego mają się zerować w układzie inercjalnym. Mówi się, że metryka jest kowariantnie stała na  $M$ . Warunek ten zastępuje jednorodny warunek  $\text{rot } \mathbf{G} = 0$  z teorii newtonowskiej.

2) Natomiast warunek niejednorodny zastąpiony jest równaniem Einsteina, wiążącym krzywiznę ze źródłami pola:

$$G_{kl} = 8\pi\gamma T_{kl}.$$

W równaniu tym

$$G_{kl} := R_{kl} - \frac{1}{2}g_{kl}R$$

oznacza tzw. tensor Einsteina,  $R_{kl} := \frac{3}{2}K_{kln}^n$  – tzw. tensor Ricciego, powstały z tensora krzywizny przez zwężenie po pierwszym i ostatnim wskaźniku, zaś  $R = g^{kl}R_{kl}$  – ślad tensora Ricciego, zwany skalarem krzywizny. W każdym razie po lewej stronie stoi (na miejscu dywergencji pola  $\mathbf{G}$

z teorii Newtona) jakaś informacja o krzywiznie, wyrażona pochodnymi pola  $\Gamma$ . Natomiast po prawej stronie stoi tensor energii–pędu materii  $T$ , niosący informację o źródłach pola grawitacyjnego.

Jeśli czasoprzestrzeń nie jest pusta – tzn. gdy stojący po prawej stronie równań Einsteina tensor energii–pędu materii nie jest równy zeru – wtedy również lewa strona nie może zniknąć, zatem czasoprzestrzeń nie może być płaska. Można skrótowo powiedzieć, że obecność materii, której konfiguracja jest mierzona wielkością tensora energii–pędu  $T$ , „wykrzywia” czasoprzestrzeń.

Nie jest natomiast prawdą, że przestrzeń pusta musi być płaska: z równań Einsteina wynika jedynie znikanie tensora Einsteina  $G$  lub – co jest zupełnie równoważne – tensora Ricciego  $R$ . Ale jest to jedynie część informacji zawartych w pełnym tensorze krzywizny  $K$ . Dziś wiemy już, że wcale nie musi to pociągać znikania całego tensora krzywizny. Istnieją bowiem rozwiązania równań Einsteina opisujące przestrzeń pustą, ale mimo to krzywą. Jej krzywizna propaguje się w sposób nieco zbliżony (choć dużo trudniejszy, ze względu na nieliniowość równań Einsteina) do propagacji fal elektromagnetycznych i opisuje zjawiska, które nazywamy falami grawitacyjnymi. Ta wiedza nie była oczywista od początku badań teorii. Sam Einstein miał poważne wątpliwości na ten temat i dość długo sądził, że fal grawitacyjnych nie ma. W (teoretycznym) odkryciu tych fal wybitny udział miał wielki polski fizyk teoretyk, prof. Andrzej Trautman, zresztą absolwent Politechniki Warszawskiej. Na powtórne – tym razem obserwacyjne – ich odkrycie czekamy do tej pory.

### Krótką historia odkrywania „czarnych dziur”

Już kilka miesięcy po ogłoszeniu ogólnej teorii względności – na przełomie 1915 i 1916 r. – wybitny niemiecki astronom, fizyk i matematyk, Karl Schwarzschild, znalazł pierwsze ścisłe rozwiązanie równań Einsteina, opisujące sferycznie symetryczne pole grawitacyjne wokół ciężkiego ciała o danej masie. Rozwiązanie to jest relatywistycznym odpowiednikiem pola (29). Scenerię tego odkrycia znamy dobrze z książki Jaroslava Haška o dobrym wojaku Szwejku: okolice Przemyśla, błoto i śnieg, okopy pierwszej wojny światowej. Karl Schwarzschild został zmobilizowany na wojnę w charakterze oficera artylerii, jednak nawet w tak trudnych warunkach nie poniechał aktywności intelektualnej. Zresztą kilka miesięcy po swoim wspaniałym odkryciu, w maju 1916 r., zmarł na skutek rzadko spotykanej choroby skórnej – pęcherzycy, której nabawił się na wojnie.

Podobnie jak pole (29) w punkcie  $x = 0$ , rozwiązanie Schwarzschilda cechuje się osobliwością, gdy opisujące je formuły tracą sens, bo zawierają dzielenie przez zero. Jednak w przypadku pola Schwarzschilda ta osobliwość występuje wcześniej, zanim zbliżymy się do „centrum” punktowej masy, którą chcielibyśmy opisywać. W przypadku masy równej masie Ziemi ten krytyczny „promień Schwarzschilda” wynosi ok. centymetra, a dla masy Słońca

– ok. 3 km. Można byłoby się pocieszać, że w przyrodzie nigdy taka osobliwość nie wystąpi, bo nie potrafimy przecieć „sprasować” masy Ziemi do rozmiarów centymetra! Dziś wiemy jednak, że materia w tzw. gwiazdach neutronowych może być upakowana dużo gęściej niż to, z czym mamy do czynienia w potocznym doświadczeniu i, być może, istnieją sytuacje astrofizyczne, w których cała masa będąca źródłem geometrii Schwarzschilda jest ukryta wewnątrz tej osobliwości. A zatem problem pozostaje: co się dzieje w osobliwości rozwiązania Schwarzschilda – czy przestaje obowiązywać znana nam fizyka? Czy wewnątrz obszaru o silnej krzywiznie ziele jakaś otchłań, czy jest tam po prostu czarna dziura?

Okazuje się, że sama osobliwość występująca we wzorach na rozwiązanie Schwarzschilda, która tak niepokoiła fizyków od początku ogólnej teorii względności, jest pozorna i opisuje jedynie własności szczególnego układu współrzędnych, których użył jego twórca. Sytuacja jest podobna do tej, gdybyśmy punkty paraboloidy obrotowej w trójwymiarowej przestrzeni euklidesowej, danej równaniem

$$\sqrt{x^2 + y^2} = 1 + z^2,$$

chcieli parametryzować za pomocą dwóch zmiennych  $(x, y)$ , traktując współrzędną  $z$  jako ich funkcję:

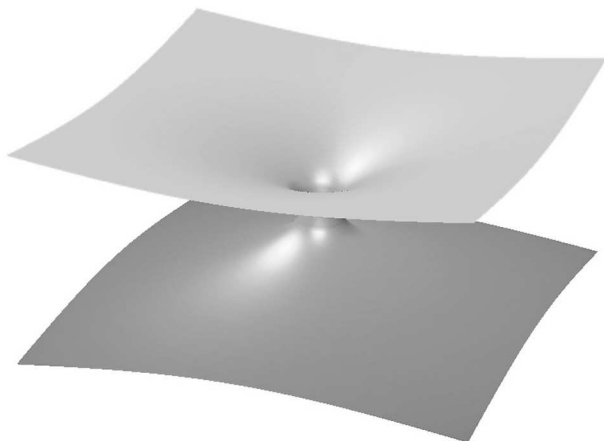
$$z = +\sqrt{\sqrt{x^2 + y^2} - 1}.$$

Widać, że na kole danym równaniem  $x^2 + y^2 = 1$  taki opis zawodzi, bo występuje „czarna dziura” odpowiadająca wartościom  $x^2 + y^2 < 1$ . A przecież nie ma tu żadnej osobliwości, należy jedynie do zbioru rozwiązań powyższego równania, opisującego górną połowę paraboloidy, dokleić jej dolną połowę, odpowiadającą znakowi minus przed pierwiastkiem. Bardzo łatwo znaleźć współrzędne, które zachowują się nieosobliwie w pobliżu „wąskiego gardła”, wzdłuż którego sklejo no obie połówki tej powierzchni.

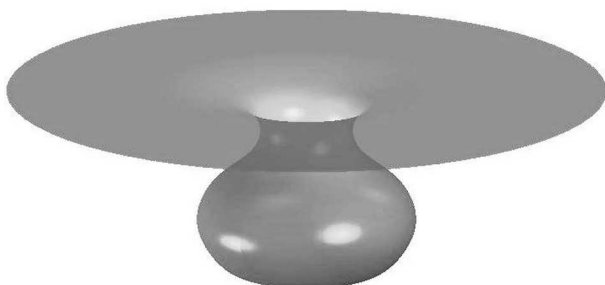
Takim właśnie wąskim gardłem trójwymiarowego cięcia  $\{t = \text{const}\}$  jest pozorna osobliwość Schwarzschilda (rys. 3). Z dala od niej to cięcie przypomina coraz bardziej naszą płaską, euklidesową przestrzeń trójwymiarową. Im bliżej wąskiego gardła, tym przestrzeń staje się coraz bardziej zakrzywiona, a po jego drugiej stronie znów zaczyna się wypłaszczać: być może aż do jakiegoś „drugiego końca” przestrzeni, jak na rys. 3, ale – być może – aż do schowanej wewnątrz tego gardła materii, będącej źródłem pola grawitacyjnego, tak jak na rys. 4.

Niemniej obszar czasoprzestrzeni odpowiadający punktom leżącym wewnątrz tego gardła ma dość szczególne właściwości, bo nie może się zeń wydostać „na zewnątrz” żadna informacja. Co więcej, tam na prawdę jest osobliwość (ale nie przestrzenna, którą można byłoby pokazać na rys. 4, lecz czasoprzestrzenna), niedająca się usunąć przez manipulacje współrzędnymi. Obecnie czarną dziurą nazywa się taką właśnie sytuację.

Teorii czarnych dziur nadał impet wielki astrofizyk hinduski Subrahmanyan Chandrasekhar (1910–95), uhonorowany za swe prace Nagrodą Nobla w 1983 r. W roku 1930 – wiążąc dwie bardzo młode teorie fizyczne: ogólną



Rys. 3. Cięcia  $\{t = \text{const}\}$  czasoprzestrzeni Schwarzschilda



Rys. 4. Materia „schowana pod horyzontem”

teorię względności i mechanikę kwantową – zauważył on, że ewolucja gwiazd do stacjonarnego stanu białego karła, w którym ciśnienie gazu elektronowego wewnątrz gwiazdy powinno zrównoważyć siły grawitacyjne, będzie zachodziła zupełnie inaczej dla gwiazd cięższych niż pewna wartość krytyczna, znana dziś jako masa Chandrasekhara i wynosząca 1,44 masy Słońca. Otóż dla cięższej gwiazdy ciśnienie wewnętrzne nie zdoła zrównoważyć przyciągania

grawitacyjnego i w końcu cała masa zapadnie się „pod horyzont” jak na rys. 4. A więc utworzy się czarna dziura, a w każdym razie widziane z zewnątrz pole grawitacyjne będzie miało wiele cech sytuacji opisywanej przez geometrię Schwarzschilda. Wydaje się, że jest to sytuacja dość powszechna we Wszechświecie i powinniśmy na niebie widzieć wiele takich obiektów. Aby je odróżnić od zwykłych gwiazd czy galaktyk, potrzebne są dokładniejsze obserwacje niż te, których można dokonywać za pomocą tradycyjnych teleskopów. W tym celu buduje się obecnie obserwatoria umieszczone w kosmosie. Takie dwa orbitalne obserwatoria: Spitzer oraz Chandra, dostarczyły ogromnej ilości danych potwierdzających istnienie czarnych dziur. Astrofizycy mówią dziś o setkach czarnych dziur, które zostały ostatnio odkryte przez te urządzenia w odległych galaktykach pyłowych.

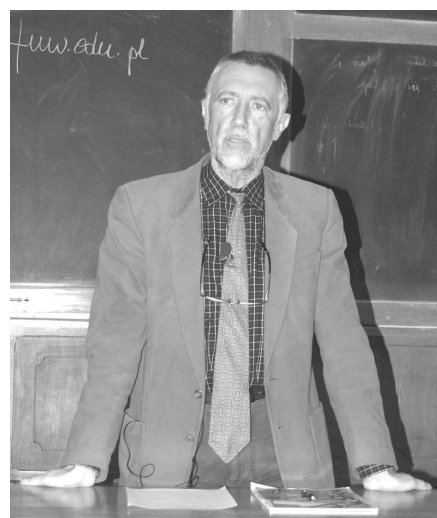
Bardzo istotna metoda testowania wyników tych obserwacji, pomagająca odróżnić czarną dziurę od „banalnej” gwiazdy lub galaktyki, polega na wykorzystaniu zjawiska soczewkowania grawitacyjnego. Wykorzystuje ona zjawisko zakrzywania promieni świetlnych w polu grawitacyjnym. Jednym ze współautorów i propagatorów tej metody był niedawno zmarły wybitny polski astrofizyk, Bogdan Paczyński (ur. w 1940 r. w Wilnie, zm. w 2007 r. w Princeton).

Dzięki tym wszystkim obserwacjom i pomiarom astrofizycy coraz mocniej utwierdzają się w przekonaniu, że matematyczna konsekwencja teoretycznych idei Alberta Einsteina, jaką jest struktura czarnej dziury, istnieje jako fakt rzeczywisty, realnie obserwowany w przyrodzie.

## Literatura

- [1] W. Kopczyński, A. Trautman, *Czasoprzestrzeń i grawitacja* (PWN, Warszawa 1981).
- [2] C.W. Misner, K.S. Thorne, J.A. Wheeler, *Gravitation* (N.H. Freeman and Co., San Francisco 1973).
- [3] R. Wald, *General Relativity* (University of Chicago Press, Chicago 1984).

JERZY KIJOWSKI jest profesorem na Uniwersytecie Kardynała Stefana Wyszyńskiego i w Centrum Fizyki Teoretycznej PAN w Warszawie. Od wielu lat związany z Uniwersytetem Warszawskim, gdzie uzyskał magisterium z fizyki i doktorat z matematyki oraz habilitował się i otrzymał tytuł profesora nauk fizycznych, a także był m.in. prodziekanem Wydziału Fizyki i kierownikiem Katedry Metod Matematycznych Fizyki. Satysfakcję czerpie z uprawiania nie tylko fizyki matematycznej, ale także żeglarstwa morskiego i śpiewu chóralnego.





# Nasze miejsce we Wszechświecie\*

John D. Barrow

*Centre for Mathematical Sciences, Cambridge University, Wlk. Brytania*

---

## Our place in the Universe

---

### Wszechświat coraz większy

Najbardziej dramatyczną konsekwencją ogólnej teorii względności Einsteina było przewidywanie, że cały Wszechświat powinien się rozszerzać. Chodzi tu o to, że gdybyśmy jutro mogli zmierzyć odległość dwóch dalekich gromad galaktyk na niebie, to byłaby ona większa od odległości zmierzanej dzisiaj. Przy tym jednak nie stajemy się więksi ani my sami, ani Ziemia, ani nawet nasza Galaktyka. Struktury te nie powiększają swoich rozmiarów, ponieważ są związane wewnątrz przez mocniejsze siły lokalne o naturze bądź chemicznej, bądź grawitacyjnej. Oznaki rozszerzania się Wszechświata zauważymy dopiero po przejściu do skal długości większych od rozmiarów gromad galaktyk.

Ekspansja oznacza, że średnie warunki fizyczne we Wszechświecie ciągle się zmieniają. Temperatura i gęstość materii były większe w przeszłości niż dziś. Fizycy i astronomowie stopniowo poukładali z kawałków zadowolająco spójny obraz historii Wszechświata podczas jego ekspansji.

Wygląda on następująco. Żyjemy ok. 13,7 miliarda lat od chwili, w której prawdopodobnie rozpoczęła się ekspansja Wszechświata. Rzecz zadziwiająca – umiemy przedstawić dobrze odpowiadającą obserwacjom rekonstrukcję historii wczesnego Wszechświata od chwili po ok. 1 sekundy od jego narodzin. W tamtym czasie gęstość materii była już tylko trochę większa od gęstości wody, zatem warunki panujące wówczas we Wszechświecie były dalekie od ekstremalnych i znana nam fizyka wystarcza do opisu tego, co się wówczas działo. Wszechświat w czasie od 1 sekundy do 3 minut od Wielkiego Wybuchu zachowywał się jak ogromny reaktor termojądrowy, wytwarzający pierwiastki lekkie: deuter, hel i lit, których ilości miały pozostać do dnia dzisiejszego w ówczesnych proporcjach. Okazuje się, że zgadzają się one prawie idealnie z proporcjami przewidywanymi przez nasze współczesne teorie wczesnego Wszechświata. Obserwujemy również wokół nas oziębione morze mikrofal – to samo, które pojawiło się, gdy Wszechświat był dużo gorętszy i gęstszy niż dzisiaj. Wszystkie te konkretne obserwacje astronomiczne

pozwalają potwierdzić spójność naszego modelu Wszechświata, gdy odtwarzamy go wstecz, aż do ok. 1 sekundy po chwili jego powstania.

Ten ogólny scenariusz ekspansji Wszechświata od gorącego stanu początkowego do chłodniejszego stanu dzisiejszego zwykle nazywany jest modelem „Wielkiego Wybuchu” i jest akceptowany, jako wersja robocza ewolucji Wszechświata, przez niemal wszystkich kosmologów. Wiele aspektów ewolucji Wszechświata jest jednak wciąż niepewnych, więc aktywnie bada się kilka wariantów modeli Wielkiego Wybuchu, tak by wybrać spośród nich jak najlepszy opis tworzenia się galaktyk w trakcie ewolucji Wszechświata. Wszystkie warianty zgadzają się jednak co do tego, iż Wszechświat dzisiaj się rozszerza tak jak przez ok. 14 miliardów lat od Wielkiego Wybuchu, choć nie zgadzają się co do szczegółów jego bardzo wczesnej historii oraz skomplikowanej kolejności zdarzeń, które doprowadziły do powstania planet, gwiazd i galaktyk (rys. 1).

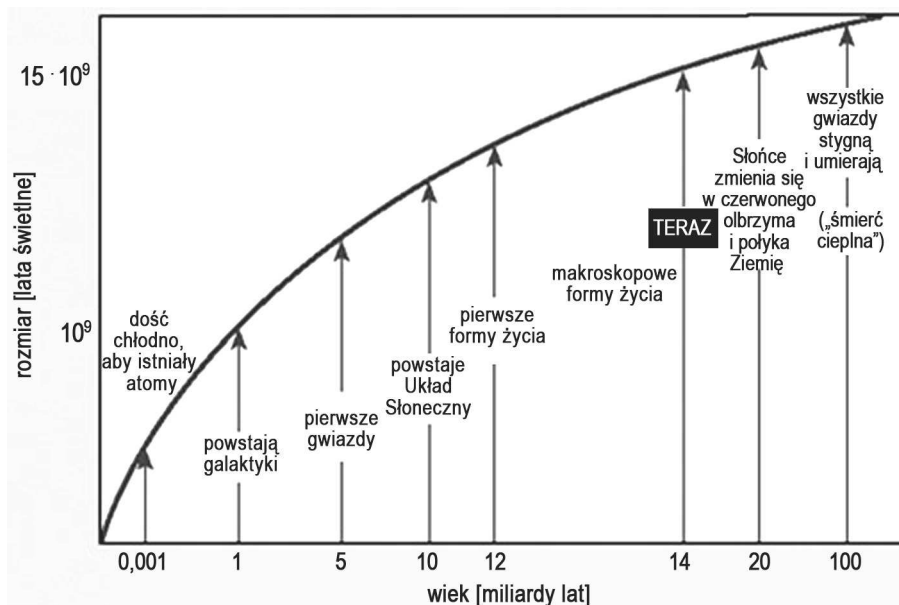
### Wielki i stary, ciemny i zimny

Jedną z ciekawych cech Wszechświata jest fakt, że tworzy on warunki, które są na pierwszy rzut oka tak wrogie powstaniu życia. Jednak pozory mogą mylić. Wiemy, że Wszechświat się rozszerza, a zatem jego ogromne rozmiary są też konsekwencją jego ogromnego wieku. A każdy wszechświat zbudowany ze złożonych struktur musi być wystarczająco stary, aby mogły się w nim wytworzyć gwiazdy oraz pierwiastki chemiczne, na których opiera się jego złożoność. Wymaga ona pojawienia się pierwiastków cięższych niż wodór i hel, które mogły być wytworzone w czasie pierwszych trzech minut po Wielkim Wybuchu. Cięższe, interesujące z punktu widzenia biochemii pierwiastki, takie jak węgiel, powstają z wodoru i helu w reakcjach jądrowych w gwiazdach. Gdy dobiega końca życie gwiazd, te biochemiczne pierwiastki są rozprzeczane w przestrzeń kosmiczną, aby następnie znaleźć się na planetach, a w końcu pojawić się w nas – ludziach.

Ten proces jądrowej alchemii jest długi i powolny, trwa zwykle miliardy lat. Zatem rozszerzający się Wszechświat, który zawiera „obserwatorów”, musi liczyć miliardy

---

\*Na podstawie wykładu wygłoszonego 10 września 2007 r. podczas XXXIX Zjazdu Fizyków Polskich w Szczecinie z okazji nadania godności doktora h. c. Uniwersytetu Szczecińskiego (za zgodą Autora i Biura Promocji USz).



Rys. 1. Krótka historia Wszechświata

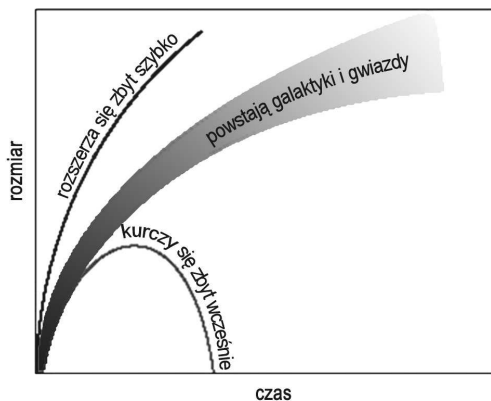
lat i w związku z tym mieć rozmiary miliardów lat świetlnych. Są to warunki konieczne, aby we Wszechświecie możliwe było życie. Wynikają stąd dalsze konsekwencje. Ogromny rozmiar dostępnego do zamieszkania Wszechświata sprawia, że ma on bardzo niewielką gęstość średnią, a gwiazdy i galaktyki są od siebie bardzo oddalone. Przyczółki życia są od siebie z dużym prawdopodobieństwem oddalone o ogromne – astronomiczne – odległości, co powoduje, że rozwój cywilizacyjny następuje w izolacji od innych przyczółków co najmniej do momentu, w którym rozwój techniczny osiągnie bardzo wysoki poziom. Szybka ekspansja Wszechświata powoduje również, że jest on bardzo zimny. To z kolei oznacza, że obserwowane przez nas nocne niebo jest ciemne, bo jest zbyt mało energii we Wszechświecie, aby uczynić je jasnym (jest to związane z tzw. paradoksem Olbersa – w statycznym nieskończonym wszechświecie w dowolnym kierunku na niebie zawsze leży jakaś gwiazda, a więc niebo świeci wielkim blaskiem – tłum.). Wobec tego wszechświaty, w których istnieją odpowiednie warunki do życia, są wielkie i stare oraz ciemne i zimne. Można tu uczynić uwagę, że te aspekty wszechświatów (które też powinny być uniwersalne dla obserwatorów znajdujących się w dowolnym miejscu) odgrywają znaczącą rolę w kształtowaniu się naszych religijnych i filozoficznych odczuć dotyczących Wszechświata i naszego w nim miejsca. Przy tym znowu warto podkreślić, jak złudne mogą być to cechy. Wielu filozofów odwoływało się do ogromu i rozproszoneści Wszechświata jako dowodu na jego zasadniczo niteleologiczny charakter. Odkrycie ekspansji Wszechświata pokazuje jednak, z jak subtelnym zagadnieniem mamy tutaj do czynienia. Otóż te cechy Wszechświata, które niektórym komentato-

rom wydawały się w oczywisty sposób sprzeczne z jego interpretacją jako miejsca przyjaznego życiu, są, jak się okazuje, konieczne do wytworzenia wszelkiej złożoności występującej w tym Wszechświecie.

## Po prostu inflacja

Ekspansja Wszechświata jest delikatnie zrównoważona, bardzo bliska pewnej linii krytycznej oddzielającej wszechświaty, które rozszerzają się wystarczająco szybko, aby trwały to wiecznie, od wszechświatów, które w przyszłości są w stanie skurczyć się z powrotem w kataklizmie zwanym Wielkim Krachem. Nasz dzisiejszy Wszechświat znajduje się w istocie rzeczy tak blisko tej linii krytycznej, że nasze obserwacje prawie nie są w stanie określić, jaka jest prognoza jego ewolucji. Jednakże to właśnie ta bliskość ekspansji do linii krytycznej stanowi wielką zagadkę – a priori wydaje się mało prawdopodobne, aby ten stan rzeczy pojawił się przypadkowo. I znowu nie jest to całkowitą niespodzianką: wszechświaty, które rozszerzają się za szybko, nie są w stanie zebrać wystarczająco dużo materiału do wytworzenia galaktyk i gwiazd, a zatem nie mogą wyprodukować składników złożonego życia. Natomiast wszechświaty, które rozszerzają się zbyt wolno, kończą swoją ewolucję, kurcząc się w czasie krótszym niż miliardy lat potrzebne do powstania gwiazd. Tylko wszechświaty znajdujące się blisko linii krytycznej mogą żyć wystarczająco długo i rozszerzać się wystarczająco łagodnie, aby wytworzyły się w nich gwiazdy i planety. Możemy istnieć tylko w jednym z tych optymalnych wszechświatów<sup>1</sup>, które nie rozszerzają ani zbyt szybko, ani zbyt wolno (rys. 2).

<sup>1</sup>W oryginale: Goldilocks universes, w nawiązaniu do znanej XIX-wiecznej angielskiej bajki „Goldilocks and the Three Bears” (Złotowłosa i trzy misie) o dziewczynce, która lubiła wybierać rzeczy „w sam raz” (tłum.)

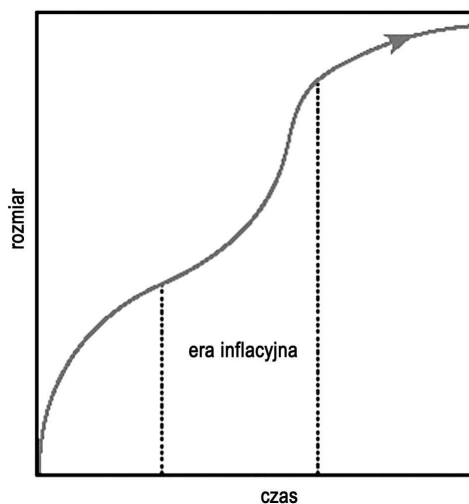


Rys. 2. Ekspansja Wszechświata a tworzenie się galaktyk i gwiazd

Od roku 1980 istnieje interesujące wyjaśnienie bliskości dzisiejszej ewolucji Wszechświata względem linii krytycznej oraz jego ogromnych rozmiarów. Są to cechy, które można wyjaśnić za pomocą ciągu zdarzeń, mogącego z dużym prawdopodobieństwem wystąpić we wszechświecie dowolnego typu – nie ma tu znaczenia, jak zaczął się rozszerzać. Owa teoria kosmologicznej „inflacji” wprowadza niewielką modyfikację do prostego obrazu rozszerzającego się wszechświata – krótki okres przyspieszonej ekspansji pojawiającej się bardzo wcześnie w jego historii. Ten krótki inflacyjny epizod wydaje się nieszkodliwy dla ogólnego obrazu ekspansji, potrafi jednak rozwiązać wiele znanych wcześniej problemów kosmologii. Zamierzchły epizod przyspieszonej ekspansji pozwala nam zrozumieć, dlaczego nasz obserwowalny Wszechświat rozszerza się tak blisko linii krytycznej oddzielającej wszechświaty ulegające wiecznej ekspansji od wszechświatów, które kiedyś zaczynałyby się kurczyć. Fakt, że po ok. 14 miliardach lat ekspansji wciąż znajdujemy się tak blisko linii krytycznej, jest bardzo zdumiewający. Ponieważ wszelkie odchylenie od położenia dokładnie na linii krytycznej zwiększałoby się jednostajnie z upływem czasu, więc ekspansja musiała się zacząć niezwykle blisko tej linii, skoro dziś wciąż znajduje się w tak niebezpiecznej jej bliskości. Jeśli jednak Wszechświat doświadczył przyspieszenia ekspansji („inflacji”) przez krótki okres, to ewoluuje bardzo blisko linii krytycznej – tak blisko, że dzisiaj wciąż musi się znajdować „kuszaco” blisko niej (rys. 3).

W rzeczywistości, niewielki obszar, który urósł, rozdymany w tym krótkim okresie inflacji do całego naszego obserwowalnego Wszechświata, nie mógł być na początku całkowicie jednorodny. Było to po prostu niemożliwe. Zawsze, w każdym miejscu przestrzeni, musiały istnieć niewielkie kwantowe fluktuacje statystyczne gęstości materii. Zdziwiające jest, że te kwantowe fluktuacje zostały „rozciągnięte” w okresie inflacji do ogromnych, astronomicznych rozmiarów i dostrzeżone ostatnimi laty przez satelity COBE oraz WMAP. Zaobserwowana dotąd struktura tych fluktuacji zgadza się prawie idealnie ze strukturą przewidywaną przez teorię inflacji. Wydaje się zatem, że mamy

bardzo mocny dowód obserwacyjny na to, że inflacja faktycznie zdarzyła się ok. 13,7 miliarda lat temu. W nadchodzących kilku latach pojawi się więcej danych obserwacyjnych z trwającej misji WMAP oraz z serii planowanych eksperymentów uzupełniających z użyciem balonów oraz obserwacji z powierzchni Ziemi. W kolejnych latach Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) planuje umieszczenie na orbicie następnych misji satelitarnych o wysokiej dokładności.



Rys. 3. Kosmologiczna inflacja, czyli okres gwałtownego rozszerzania się Wszechświata

## Wieczna i chaotyczna inflacja

Poza brzegiem niewielkiego płata pierwotnej przestrzeni, który został rozdęty do obszaru obejmującego nasz cały obserwowany dzisiaj Wszechświat, leży wiele (być może nieskończenie wiele) innych takich płatów, które mogły przejść przez fazę inflacyjną (być może o różnym nasileniu) i utworzyć rozległe rejony Wszechświata rozciągające się poza nasz dziś obserwowalny horyzont kosmologiczny (czyli odległość, z której światło wysłane na początku ewolucji Wszechświata zdążyło do nas dotrzeć, biegnąc z największą możliwą prędkością  $c$ ; światło wysłane z obszaru poza horyzontem kosmologicznym jeszcze nie zdążyło do nas dotrzeć – tłum.). Prowadzi to do wniosku, że nasz dzisiejszy Wszechświat ma bardzo skomplikowaną strukturę przestrzenną oraz że warunki fizyczne obserwowane w obrębie naszego horyzontu kosmologicznego, którego rozmiar wynosi ok. 15 miliardów lat świetlnych, z bardzo małym prawdopodobieństwem są podobne do warunków panujących w obszarach poza nim. Ten skomplikowany nowy obraz Wszechświata uzyskał nazwę „chaotycznej inflacji”.

Później Alex Vilenkin i Andrei Linde zdali sobie sprawę, że sytuacja jest jeszcze bardziej skomplikowana. Jeśli dany obszar przestrzeni ulega inflacji, to w ogólności pojawiają się w nim malutkie podobszary, które także jej ulegają. Ten proces może być kontynuowany w nieskończoność – w rozszerzających się obszarach tworzą się



dalsze podobszary, które także ulegają inflacji itd., *ad infinitum*. Proces ten nie ma końca i dlatego został nazwany „wieczną” lub też „samoreprodukującą się” inflacją. Sugeruje to, że historia i geografia naszego Wszechświata jest o wiele bardziej skomplikowana, niż mogłyby to sugerować obserwacje niewielkiego obszaru, który zamieszkujemy. Poza tym, jeśli Wszechświat nie ma końca w przyszłości, to dlaczego nie trwał wiecznie w przeszłości? Do tej pory nie wiadomo jednak, czy proces samoreprodukcji Wszechświata wymaga początku oraz jakie jest prawdopodobieństwo, że miniwszechświaty, które nieustannie pojawiają się w procesie samoreprodukcji, są w stanie dopuścić istnienie w nich życia.

## Czy Wszechświat miał początek?

Wielu ludzi przyzwyczało się do myśli, że ekspansja Wszechświata oznacza, że miał on początek, oraz że odzwierciedlając proces ekspansji, moglibyśmy dokładnie oznaczyć tę chwilę w przeszłości. W latach 1967–75 ten pogląd dominował wśród czynnych kosmologów. Roger Penrose, Stephen Hawking, George Ellis i inni potrafili przełożyć to intuicyjne odczucie na sekwencję ścisłych twierdzeń matematycznych, które stały się znane pod nazwą „twierdzeń o osobliwościach”. Motywowani danymi doświadczalnymi, poczynili oni wiele założeń dotyczących natury Wszechświata oraz oddziaływania grawitacyjnego, a potem wywnioskowali, że jeśli ich założenia są prawdziwe, to musiał istnieć początek czasu. Historii Wszechświata nie można zatem odtwarzać nieskończenie w przeszłość. Musi w końcu ona osiągnąć „osobliwość”, w której pojęcia czasu i przestrzeni przestają istnieć. Właśnie to mamy na myśli, gdy mówimy, że był jakiś „początek”. Należy podkreślić, że jest to twierdzenie, a nie teoria. Jeśli zatem założenia twierdzenia są spełnione, to wnioski wynikają jedynie z logicznego rozumowania.

W końcu lat sześćdziesiątych kluczowe założenie twierdzeń o osobliwościach, że grawitacja jest zawsze siłą przyciągającą, wydawało się jednak bezspornie prawdziwe, podobnie jak rozpowszechnione przekonanie, że rozszerzający się Wszechświat miał swój początek. Pogląd ten jest bardzo dziwny, ale jego dziwność jest mniejsza dla tych z nas, którzy wyrosli w kulturze Zachodu związanej z judeochrześcijańską tradycją religijną głoszącą stworzenie Wszechświata z niczego. Alternatywna kosmologia stanu stacjonarnego<sup>2</sup>, bez początku ekspansji, przetrwała nieco ponad jedną dekadę, nim została odrzucona po odkryciu mikrofalowego promieniowania tła oraz lekkich pierwiastków powstałych po Wielkim Wybuchu.

Rzecz ciekawa – ta silna wiara w „oczywistą prawdę” o przyciągającym charakterze oddziaływania grawitacyjnego została obalona na początku lat osiemdziesiątych XX w. Otóż fizycy cząstek elementarnych odkryli, że ich nowe teorie przewidują istnienie wielu nowych rodzajów materii, które mogą ulegać antygravitacji. Co więcej, całe

zjawisko inflacji opierało się właśnie na takiej materii. Inflacja i jej wszystkie udane wyjaśnienia struktury Wszechświata wymagały, aby oddziaływanie grawitacyjne stało się w pewnym momencie odpychające. Dzisiaj stwierdzenie, że grawitacja nie zawsze jest przyciągająca, kosmologowie uważają za całkiem rozsądne. Bez względu na to, jak krótko trwało takie oddziaływanie odpychające, w jego wyniku twierdzenia o osobliwościach już nie mogą nam nic powiedzieć o przeszłości Wszechświata. Założenia pięknych twierdzeń Penrose’a, Hawkinga i Ellisa nie są, jak się okazuje, spełnione w rzeczywistości. Nie oznacza to jednak, że nie było początku Wszechświata, a jedynie tyle, że nie ma odpowiednich twierdzeń. Mógł być zatem jakiś początek, ale również mogło go nie być.

Scenariusz wiecznej inflacji wprowadza nową możliwość do rozważań o problemie początku Wszechświata. Mianowicie, może istnieć „Multiwszechświat” zawierający całe morze wszechświatów, każdy o zasadniczo różnych własnościach fizycznych. Teoria wiecznej inflacji prowadzi nas do oczekiwania, że każdy z wszechświatów składających się na Multiwszechświat charakteryzowałby się chwilą, od której rozpoczynałby swoją ekspansję jako fluktuacja kwantowa – czyli po prostu „początkiem” – ale mógłby równie dobrze mieć, jak również nie mieć końca. Jednakże cały proces tworzenia wszechświatów w ramach Multiwszechświata niekoniecznie musiałby mieć początek i koniec. Zatem moglibyśmy stwierdzić, że nasz obserwowalny „Wszechświat” miał początek, natomiast cały Wszechświat go nie miał.

## Dodatkowe wymiary

Na początku swojej kariery naukowej wielki niemiecki filozof Immanuel Kant postawił interesujące pytanie: „dlaczego przestrzeń ma trzy wymiary?”. Kant uważał bardzo znamiennej rzecz: newtonowskie prawo grawitacji mówiące o tym, że siła jest odwrotnie proporcjonalna do kwadratu odległości między przyciągającymi się ciałami, jest ściśle związane z faktem, że przestrzeń ma trzy wymiary. Gdyby przestrzeń miała cztery wymiary, to siła byłaby odwrotnie proporcjonalna do trzeciej potęgi odległości ciał. W ogólności,  $N$ -wymiarowy wszechświat wprowadzałby siły oddziaływania grawitacyjnego oraz elektromagnetycznego odwrotnie proporcjonalne do odległości w potęgę  $N - 1$ . W naszym trójwymiarowym świecie siły te są więc odwrotnie proporcjonalne do kwadratu odległości. Zatem prawa fizyki zależą od liczby wymiarów przestrzeni, w której obowiązują.

Własności wszechświatów o innej liczbie wymiarów zarówno przestrzennych jak i czasowych były badane przez licznych naukowców. Możemy założyć, że prawa Przyrody mają taką samą postać, ale dopuścić liczbę wymiarów przestrzennych zmieniającą się w dowolnym zakresie. Gdybyśmy chcieli zachować trwałe atomy oraz stabilne orbity ciał niebieskich, np. planet krążących wokół swo-

<sup>2</sup>Kosmologia stanu stacjonarnego dominowała w latach pięćdziesiątych XX w. Zakładała ona, że wprawdzie Wszechświat się rozszerza, ale przez cały czas zachowuje stałą gęstość, bo następuje ciągły proces kreacji materii w „rozrzedzonych” miejscach przestrzeni (tłum.).

ich gwiazd, to musielibyśmy wykluczyć istnienie więcej niż trzech wymiarów przestrzennych. Nic nie jest w stanie utrzymać się razem w takich światach o więcej niż trzech wymiarach: siły oddziaływania zmniejszają się wraz z odległością zbyt szybko. Takie światy nie zawierają żadnych struktur. Z kolei światy jedno- lub dwuwymiarowe nie dopuszczają pola grawitacyjnego, a ponadto są zbyt proste, aby mogło w nich rozwinąć się życie. Zatem trójwymiarowe światy są bardzo szczególne. Nie powinniśmy być zaskoczeni tym, że żyjemy w trzech wymiarach przestrzennych. Po prostu w przestrzeniach o większej lub mniejszej liczbie wymiarów nie mogłoby istnieć życie.

Teorie strun są obecnie jedynymi teoriami fizycznymi, które nie prowadzą do wewnętrznych sprzeczności lub przewidywań, że wielkości obserwowalne mają bezsensowne, nieskończone wartości w momencie, gdy włączy się grawitację do schematu unifikacji pozostałych oddziaływań fundamentalnych w przyrodzie. Jednak teorie te wymagają większej liczby wymiarów przestrzennych niż tylko te trzy, których doświadczamy w życiu codziennym. Ponieważ dostrzegamy jedynie trzy wymiary, to wniosek z tego jest taki, że albo teorie te są błędne, albo pojęcie wymiaru jest czymś innym niż zwykle sądzimy, albo że wiele z tych wymiarów przestrzennych jest gdzieś ukrytych. Chociaż każda z dwóch pierwszych opcji może okazać się prawdziwa, to jednak powszechnie się zakłada, że to trzecia stanowi rozwiązanie zagadki. Wśród wymiarów przestrzeni nie ma demokracji: trzy z nich mają duże rozmiary, natomiast pozostałe są bardzo małe i do tego zwinięte, tak że nie możemy ich bezpośrednio zaobserwować. Dzięki temu życie może współistnieć z więcej niż trzema wymiarami, bo „dodatkowe” wymiary są zbyt małe, aby siły oddziaływania mogły „zauważyć” ich wpływ. Życie istnieje zatem tylko w trzech dużych wymiarach. Musimy znaleźć proces fizyczny, który pozwolił rozciągnąć się trzem (i tylko trzem) spośród pełnej liczby wymiarów, a pozostałe wymiary tak uwięzić w niewielkiej skali długości tak, aby ich wpływ był dla nas niedostrzegalny. Jak to się stało, że tylko trzy z tych wymiarów tak się zwiększyły? W chwili obecnej odpowiedź na to pytanie nie jest znana. Przyczyna może być zupełnie losowa – wybór trzech dużych wymiarów wcale nie musiał być „zaprogramowany” w prawach fizyki. Nie jest też wykluczone, że istnieje głęboka przyczyna, dla której trzy i tylko trzy wymiary mogły powiększyć się do obecnych rozmiarów.

Jeśli dodatkowe wymiary istnieją i zmieniają swój rozmiar, rozszerzając się tak samo jak nasza trójwymiarowa część Wszechświata, to można byłoby to ujawnić poprzez obserwację analogicznych zmian naszych trójwymiarowych „stałych” przyrody. Prawdziwe stałe żyją w świecie o wszystkich wymiarach. Trójwymiarowe „rzuty” tych stałych, które potrafimy obserwować, mogą się zmieniać bez zmiany prawdziwych, pełnowymiarowych stałych.

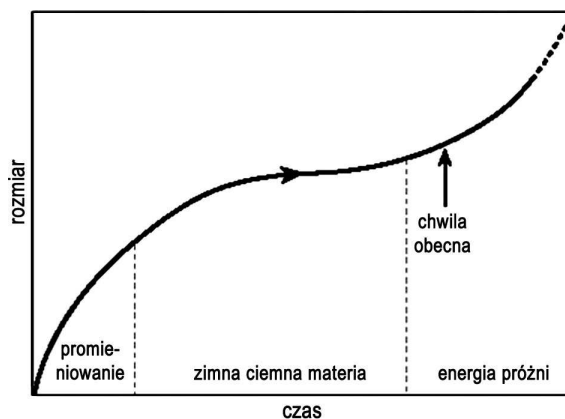
### Zmienne „stałe”

Uświadomienie sobie, że stałe przyrody obserwowane w trójwymiarowej przestrzeni mogą nie być fundamentalne, tj. mogą nie być naprawdę stałe, spowodowało rene-

sans zainteresowania sprawdzeniem takiej możliwości poprzez bardzo precyzyjne obserwacje astronomiczne. Ostatnimi laty John Webb, Michael Murphy, Victor Flambaum, Vladimir Dzuba, Chris Churchill, Jason Prochaska, Art Wolfe oraz ja zastosowaliśmy nową technikę analizy światła odległych kwazarów. Obserwowaliśmy odstęp między liniami widmowymi związanymi z absorpcją światła kwazarów przez różne pierwiastki chemiczne w obłokach pyłu znajdujących się między kwazarami a Ziemią. Odstępy te są bardzo czułe na zmianę wartości jednej ze stałych przyrody, tzw. stałej struktury subtelnej, w obłokach znajdujących się w odległości mierzonej określonym przesunięciem ku czerwieni. Porównując te odstęp dla światła kwazarów oraz dla światła tego samego typu obserwowanego w laboratorium na Ziemi, otrzymujemy informację, czy stała ta mogła zmienić wartość w ciągu 12 miliardów lat. Ta metoda została zastosowana do 147 kwazarów. Wyniki zebrane oraz przeanalizowane przez dwa lata okazały się nieoczekiwane i potencjalnie doniosłe. Znaleźliśmy stałą i znaczącą różnicę odstępów linii widmowych pochodzących z przeszłości i linii mierzonych dziś w laboratorium. Skomplikowany „odcisk palców” przesunięć zgadza się z oczekiwanym, jeśli przyjmiemy, że wartość stałej struktury subtelnej była mniejsza o ok. 6 części na milion w chwili, gdy zostało wysłane światło kwazarów. Astronomowie przygotowują obecnie wiele innych eksperymentów, by sprawdzić, czy ta – wyglądająca kusząco – zmiana jednej z podstawowych „stałych” przyrody jest efektem rzeczywistym, czy też wynikiem jakiegoś niedostrzeżonego błędu w procesie zbierania danych obserwacyjnych.

### Zaprogramowany Wszechświat

Ostatnią i najbardziej zaskakującą tajemnicą Wszechświata, ujawnioną dzięki nowym teleskopom, jest fakt, że jego ekspansja nabrała kilka miliardów lat temu przyspieszenia, które utrzymuje się do dziś, tak jakby znów zachodziła inflacja. Wszechświat najwyraźniej zawiera około 70 procent energii w formie ciemnej, wywołującej efekt grawitacyjnego odpychania (rys. 4). (Nazwa „ciemna energia” bierze się stąd, że ta forma materii nie świeci, a jej na-



Rys. 4. Formy materii dominujące w trakcie ewolucji Wszechświata

tura nie jest w pełni znana. Istnieje też określenie „ciemna materia” (nie jest to ciemna energia) – jest to materia, która nie świeci, ale jej natura jest znana. Formalnie w teorii Einsteina efekt grawitacyjnego odpychania odpowiada wystąpieniu ujemnego ciśnienia – tłum.). Efekt odpychania dominuje we Wszechświecie nad efektem przyciągania grawitacyjnego. Wydaje się nam, że w jakimś stopniu rozumiemy, czym jest ta „ciemna energia”. Jest to tzw. energia próżni kwantowej we Wszechświecie – jego nieredukowalna do zera energia minimalna. Nic we Wszechświecie nie może spowodować, aby jego energia zmniejszyła się do poziomu niższego od ciemnej materii. Nikt nie oczekuje, abyśmy mogli tę energię zaobserwować. Dlaczego miałyby

ona stać się dostrzegalna właśnie w tym niskowym okresie historii kosmosu, gdy możliwe jest życie? Dlaczego jest jej właśnie tyle? Nikt tego nie wie. Wszystkie obliczenia wskazują, że jej ilość powinna być oszałamiająco –  $10^{120}$  razy – większa od obserwowanej. A przecież gdyby ilość tej energii była zaledwie 10 razy mniejsza od tej ogromnej liczby, to ani galaktyki, ani gwiazdy, ani życie nie mogłyby istnieć. Nasz Wszechświat wydaje się niestety chanie subtelnie zaprogramowany!

Tłumaczył *Mariusz P. Dąbrowski*

Instytut Fizyki  
Uniwersytet Szczeciński

## NAUCZANIE FIZYKI

# Nowa forma zajęć z fizyki

Michał P. Heller, Jan Kaczmarczyk

*Instytut Fizyki, Uniwersytet Jagielloński*

---

### Novel approach to undergraduate physics teaching

*Abstract:* We describe a novel way of teaching theoretical physics to undergraduate students. Our method differs from traditional courses in many ways. This idea was tested in a successful semester-long course at the Jagiellonian University. The advantages of teaching students in a workshop-like course are outlined together with its scientific programme and students remarks.

---

Niedawne badania przeprowadzone przez Komitet na rzecz Rozwoju Nauk w Polsce przedstawiły krajową naukę w bardzo niekorzystnym świetle [1]. Studenci oraz pracownicy naukowi zwrócili uwagę na rażące braki m.in. w jej finansowaniu i sposobie administrowania oraz na słabości wzorca kariery zawodowej. Na łamach ogólnopolskich mediów rozgorzała dyskusja na temat kondycji nauki w Polsce. Nie brakowało w niej listów otwartych sygnowanych przez naukowców oraz studentów. Negatywne opinie dotyczyły całości zagadnień związanych ze szkołami wyższymi, w szczególności nauczania. Fala krytyki była przytłaczająca, choć nie zawsze konstruktywna.

Gruntowna reforma szkolnictwa wyższego to kwestia wymagająca rozwiązań na szczeblu ministerialnym i władz uczelnianych. Raport Komitetu oraz reakcja społeczna pokazują, że problem jest bardzo złożony i jego rozwiązanie nie będzie ani szybkie, ani łatwe. Wobec takiego stanu rzeczy za naprawę polskiej nauki odpowiedzialny jest każdy pracownik naukowy, doktorant, a nawet student, i to w du-

żej mierze od ich inwencji, poświęcenia i nowatorstwa zależy końcowy efekt – poziom badań naukowych i dydaktyki. Artykuł ma na celu przedstawienie projektu nowatorskich zajęć fakultatywnych z fizyki i tym samym wpisanie się w dyskusję o stanie nauki polskiej.

Autorzy artykułu w semestrze zimowym r. akad. 2007/08 przeprowadzili (według własnego programu, patrz <http://kaczek.googlepages.com/warsztaty>) na Uniwersytecie Jagiellońskim 30 godzin Warsztatów metod fizyki teoretycznej. Zajęcia miały zindywidualizowany charakter warsztatowy: studenci pracowali w małych grupach pod okiem dwóch prowadzących. Ta nietypowa forma nauczania opierała się w całości na zadaniach rozwiązywanych na zajęciach (studenci poznawali treść zadań dopiero podczas ćwiczeń – nie mieli możliwości przygotowania rozwiązań w domu). W dodatku od studentów nie wymagano szerokiej wiedzy, ale raczej praktycznego wykorzystania elementarnych wiadomości w nietrywialnych problemach. Podejście takie było bliższe duchowi Olimpiady Fizycznej niż kursowemu nauczaniu fizyki na studiach wyższych.



Warsztaty stanowiły niejako uniwersyteckie przedłużenie kółka olimpijskiego dla licealistów. Spotkania ze studentami w takiej formie organizowane są na najlepszych uniwersytetach brytyjskich.

Zajęcia były uzupełnieniem wykładów i ćwiczeń zaliczanych przez studentów w formie kursowej. Ten tradycyjny sposób nauczania fizyki, być może jedyny możliwy, sprzyja fragmentaryzacji wiedzy, a co gorsza fragmentaryzacji rozumowania. Warsztaty przeciwstawiły się tej tendencji, wprowadzając szeroki dobór różnorodnych zagadnień, wszystko w duchu kultowego kursu Feynmana, a także popularnej na całym świecie serii podręczników Landaua i Lifszycza. Uniwersalność metod fizyki, którą wykorzystywali w swoich pracach ci wielcy uczeni, jest faktem – niestety, niekoniecznie znanym nawet najlepszym studentom.

Spotkania w ramach Warsztatów miały na celu zmobilizowanie studentów do samodzielnego zmiernienia się z wybranymi zagadnieniami fizyki, głównie ostatnich 60 lat. Chodziło zwłaszcza o te działy, które nie są objęte programem studiów, a wykorzystują prosty formalizm matematyczny (np. analizę wymiarową i prawa skalowania, elementy fizyki solitonów, wybrane zagadnienia klasycznej teorii strun). Program Warsztatów opierał się m.in. na ciekawych publikacjach dostępnych dla studentów oraz anglojęzycznych podręcznikach na poziomie studiów doktoranckich. Formuła zajęć zakładała zastąpienie tradycyjnej formy „przy tablicy” zadaniami rozwiązywanymi pod opieką prowadzących.

W przypadku zajęć fakultatywnych, na których prowadzący mają dużą swobodę w doborze tematyki, pojawia się zawsze obawa o poziom uczestników. Nauczyciele akademicy starają się zazwyczaj unikać sytuacji, w której studenci pierwszych lat mogliby poczuć się przytłoczeni zagadnieniami nawiązującymi do bardziej zaawansowanych koncepcji. Z drugiej strony, dostosowywanie poziomu kursu do studentów pierwszych lat niesie za sobą ryzyko utraty zainteresowania tematem przez bardziej biegłych uczestników. W przypadku Warsztatów takie dostosowywanie poziomu trudności nie było konieczne – forma zajęć pozwalała w naturalny sposób podzielić uczestników ze względu na ich umiejętności. Studenci przygotowywali zadania w grupach 2–4 osobowych, zaś prowadzący na bieżąco kontrolowali ich pracę, udzielali wskazówek lub dzielili się uwagami. W przypadku problemów wyraźnie trudniejszych przedstawiano szkice rozwiązań na tablicy. W ten sposób ze spotkań skorzystali zarówno studenci wyższych lat, jak i ich młodszy koledzy.

Uczestnicy zajęć mieli okazję zmierzenia się z nietypowymi zadaniami, nierzadko wymagającymi błyskotliwości. Takie też było założenie Warsztatów. Zamiast standardowej formy ćwiczeń, w których nacisk położony jest na stosowanie materiału poznanego na wykładzie, zajęcia miały na celu pobudzanie studentów do samodzielnego myślenia. Często zadania bardziej przypominały problemy z Olimpiady Fizycznej, w której autorzy uczestniczyli jako licealiści, niż typowe zagadnienia poruszane na studiach. Dzięki takiemu podejściu Warsztaty poka-

zały studentom, że wiele fragmentów współczesnej fizyki teoretycznej opiera się na bardzo błyskotliwych, lecz niekoniecznie skomplikowanych pomysłach. Tym sposobem osiągnięto główny cel Warsztatów – przekonanie studentów, że niektóre publikacje z ostatnich 60 lat są im dostępne i nie przekraczają swoim poziomem ich możliwości oraz że uprawianie fizyki nie jest „czarną magią” dla wybranych. Wrażenie to niestety nadzwyczaj często towarzyszy studentom w czasie nauki.

Program Warsztatów był zróżnicowany i nierzadko interdyscyplinarny – sprzyjały temu rozbieżne specjalizacje prowadzących (MPH – teoria strun, JK – teoria materii skondensowanej). Na zajęciach studenci mieli okazję zetknięcia się zarówno z zagadnieniami niemalże czysto teoretycznymi (analiza wymiarowa, elementy teorii strun, solitony, nieliniowe równania falowe, teoria ciała stałego, teoria grup), jak i mającymi praktyczne zastosowanie (fizyka mikroskopu sił atomowych). Problemy wymagające zaawansowanego aparatu matematycznego udało się przedstawić, używając uproszczonych modeli. Na przykład, studenci II roku dowiedzieli się, na jakiej zasadzie działa kompaktfikacja dodatkowych wymiarów w teorii strun – wystarczyła im do tego elementarna znajomość mechaniki kwantowej i analizy wymiarowej (patrz np. doskonały podręcznik teorii strun na poziomie III roku studiów [2]).

Zadania na zajęcia pochodziły z wielu źródeł. Część zestawów powstała na podstawie renomowanych publikacji naukowych, część zaczerpnięto z podręczników akademickich w języku angielskim, inne zostały zasugerowane albo przygotowane przez pracowników naukowych Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego. Wiele problemów pochodziło ze stron internetowych amerykańskich uczelni, niektóre były autorstwa prowadzących.

Warsztaty okazały się sukcesem. Kilkunastu studentów fizyki lat II–V miało okazję zetknąć się z zagadnieniami pochodzącymi z często cytowanych publikacji, świetnych podręczników anglojęzycznych oraz renomowanych zachodnich uniwersytetów. Uczestnicy uważali zajęcia za ciekawe, a jednocześnie wymagające. Oto dwie spośród opinii zebranych w krótkiej ankiecie po zakończeniu zajęć.

– Czy uważacie zajęcia w takiej formie za potrzebne? Dlaczego?

– Tak. Jak się pracuje samodzielnie lub w kilkuosobowym zespole nad jakimś zadaniem do skutku (w trudnych momentach z pomocą prowadzących), to lepiej się przyswaja metody niż jak się siedzi nad czymś takim w domu (...) albo na zajęciach z innych przedmiotów, kiedy albo jedna osoba robi, a reszta patrzy, albo prowadzący wszystko rozwiązuje sam (student III roku).

– Co Wam się podobało lub nie podobało w Warsztatach? Dlaczego?

– Podobały mi się: praca w grupie, ciekawe zagadnienia (jedne bardziej, inne mniej, ale to już subiektywne odczucia), bezstresowa forma zaliczenia, synteza technik, korzystanie z artykułów (osobiście wolałem te bardziej naukowe niż propagandę na rzecz teorii strun (...), ale te drugie też były ciekawe) (student III roku).

Nie spotkaliśmy się z negatywnymi opiniami o idei Warsztatów, pojawiły się za to sugestie uczestników i opiekunów zajęć co do sposobu ich przeprowadzenia. Uwzględnimy je w r. akad. 2008/09. Sukces Warsztatów dowodzi, że stworzenie atrakcyjnych dla studentów zajęć na wysokim poziomie przy powszechnie dostępnym Internecie [3–5] i ciekawej literaturze w języku polskim [6] jest jedynie kwestią dobrego pomysłu i odpowiedniej motywacji. Zachęcamy do przeprowadzania podobnych zajęć na innych uczelniach w kraju i służymy wszelką pomocą (kontakt e-mailowy: heller@th.if.uj.edu.pl, kaczek@gmail.com).

Warsztaty powstały przy silnym poparciu władz i pomocy pracowników naukowych Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ. Autorzy są szczególnie wdzięczni dziekanowi, prof. Jerzemu Szwedowi, prodziekan ds. studiów, prof. Ewie Gudowskiej-Nowak, kierownikowi specjalizacji teoretycznej na studiach fizyki, prof. Maciejowi Nowakowi (koordynatorowi naukowemu warsztatów), dyrektorowi ds. studiów, dr. hab. Jerzemu Zachorowskiemu, kierownikowi Zakładu Teorii Układów Złożonych, prof. Jerzemu Jurkiewiczowi, kierownikowi Zakładu Teorii Materii Skondensowanej i Nanofizyki, prof. Józefowi Spałkowi, oraz adiunktowi w Zakładzie

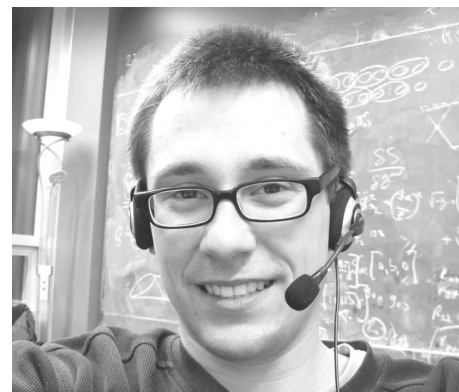
Teorii Pola, dr. Andrzejowi Wereszczyńskiemu. Autorzy pragną także podziękować dr. hab. Stanisławowi Głazkowi z Uniwersytetu Warszawskiego za cenne uwagi i wskazówki.

Planowane jest opublikowanie (w formie książkowej bądź elektronicznej) skryptu z zajęć. Wszystkie zestawy zadaniowe z Warsztatów dostępne są na stronie internetowej <http://kaczek.googlepages.com/warsztaty>.

## Literatura

- [1] *Nauka polska. Autodiagnoza polskiego środowiska naukowego* (Collegium Civitas, Warszawa 2007), raport do pobrania ze strony <http://krnp.ipipan.waw.pl>.
- [2] B. Zwiebach, *String theory for undergraduates* (Cambridge University Press, Cambridge 2004).
- [3] Materiały z wykładów fizyki w Massachusetts Institute of Technology: <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/courses/courses/index.htm#Physics>.
- [4] Strona Komitetu Głównego Olimpiady Fizycznej: <http://www.kgof.edu.pl>.
- [5] Ciekawy problem zaczerpnięty z bloga znanego fizyka strunowego Lubosa Motla: <http://motls.blogspot.com/2006/06/shiraz-minwalla-fisherman-and-pole.html>.
- [6] A.B. Migdał, *Jakościowe metody w teorii kwantowej* (PWN, Warszawa 1980).

MICHAŁ P. HELLER jest doktorantem w Zakładzie Teorii Układów Złożonych IF UJ. W pracy naukowej prowadzonej pod kierunkiem dr. hab. Romualda A. Janika zajmuje się fizyką wysokich energii, w szczególności zastosowaniem metod teorii strun do opisu dynamiki nieperturbacyjnej teorii cechowania. Oprócz tego interesuje się m.in. alternatywnymi metodami nauczania. Więcej informacji pod adresem: [th.if.uj.edu.pl/~heller](http://th.if.uj.edu.pl/~heller).



JAN KACZMARCZYK jest doktorantem w Zakładzie Teorii Materii Skondensowanej i Nanofizyki IF UJ. Interesuje się niekonwencjonalnym nadprzewodnictwem. Pracę doktorską pod opieką prof. Józefa Spałka przygotowuje z nadprzewodnictwa w układach silnie skorelowanych fermionów o masach zależnych od spinu. Strona domowa: [kaczek.googlepages.com](http://kaczek.googlepages.com).



# Schematy Jabłońskiego\*

Lidia Smentek

*Institut Fizyki, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń*

---

## Jabłoński's schemes

*Abstract:* A portrait of Professor Aleksander Jabłoński, outstanding physicist, talented musician, great person... simply a Master, is painted by his own words and by the words quoted from the memories of his daughter, collaborators, musicians and students. The portrait is built of the Jabłoński's schemes, which are defined in addition to his famous scheme of luminescence; it is presented here on the 110th anniversary of his birthday, for some to recall the past, and for some to learn, commemorate and remember.

---

*W 110. urodziny Profesora Aleksandra Jabłońskiego, twórcy fizyki toruńskiej; wielkiego fizyka, wielkiego muzyka, wielkiego człowieka; Mistrza*

## Prolog

„If I have seen farther, it is by standing on the shoulders of giants” (Jeśli widziałem dalej, to dzięki temu, że stałem na barkach olbrzymów), pisał Isaac Newton w liście do Roberta Hooke'a w 1676 r. Dla kilku pokoleń fizyków wykształconych w Instytucie Fizyki UMK w Toruniu olbrzymem był Profesor Aleksander Jabłoński, twórca schematów Jabłońskiego, które nie tylko za życia Profesora, ale również obecnie są filarami podtrzymującymi różne konstrukcje. Są to schematy nie-fizyczne: moralne, etyczne, patriotyczne, życzliwe, szlachetne... schematy poszukiwania i głoszenia prawdy, takie, których zasady, reguły i standardy są bogactwem pozostawionym w spadku następnym pokoleniom toruńskich (i nie tylko toruńskich) fizyków (i nie tylko fizyków).

Portret Profesora Aleksandra Jabłońskiego namalowany jest tutaj jego własnymi słowami i wspomnieniami jego córki, Danuty Jabłońskiej-Fraćkowiak, oraz współpracowników, muzyków i studentów. Portret ten przedstawiony jest z okazji 110. urodzin Profesora; dla niektórych ku przypomnieniu, a dla wielu – do zapamiętania.

Wiele powstało publikacji przedstawiających osiągnięcia Aleksandra Jabłońskiego jako wybitnego fizyka. Specjalnym zbiorem wspomnień jest książka [1] zredagowana przez Józefa Szudego, jednego z uczniów Profesora. W książce tej, oprócz wspomnień córki Profesora i fizyka Alfonsa Kawskiego, jako uzupełnienie prezentacji naukowych dokonań Profesora przez Józefa Szudego, zamieszczona jest również pełna lista publikacji. Lista ta obejmuje 101 pozycji; pierwszą pracę Profesor opublikował razem ze Stefanem Pieńkowskim w 1925 r., ostatnią w roku 1979. Każda z tych publikacji to ważny etap roz-

woju nauki polskiej; wiele z nich to trwały wkład do rozwoju nauki światowej. Publikacje te, oprócz znaczenia naukowego, katalogują 54 lata aktywnej pracy, która przypadała na trudny okres historii Polski, przerwany kilkuletnią wojną i zaburzony przez wszystkie jej konsekwencje. Wyniki tych wielu lat pracy, światowy rozgłos i uznanie Profesor skromnie podsumował w dwóch zdaniach w wywiadzie „Urywki rozmowy z Aleksandrem Jabłońskim o jego drodze naukowej” udzielonym w 1976 r. [2]. Na prośbę o kilka słów o najważniejszych swoich pracach powiedział:

„Najważniejsza jest praca dotycząca mechanizmu fluorescencji i fosforescencji – powszechnie znana. Później zajmowałem się ciśnieniowym rozszerzeniem linii widmowych”.

Ta „powszechnie znana”, fundamentalna praca [3], wspomniana przez Profesora, jedna z dziewięciu, jakie opublikował w 1935 r., wprowadziła na światową scenę naukową schemat wyjaśniający mechanizm luminescencji.

## Schemat Jabłońskiego

Hasło „Jablonski scheme” lub „Jablonski diagram” w Internecie w ułamku sekundy odsyła do tysięcy odnośników! W obliczu takiego wyniku poszukiwań nawet najbardziej wyrafinowane sposoby liczenia cytowań publikacji stają się nieprzydatne.

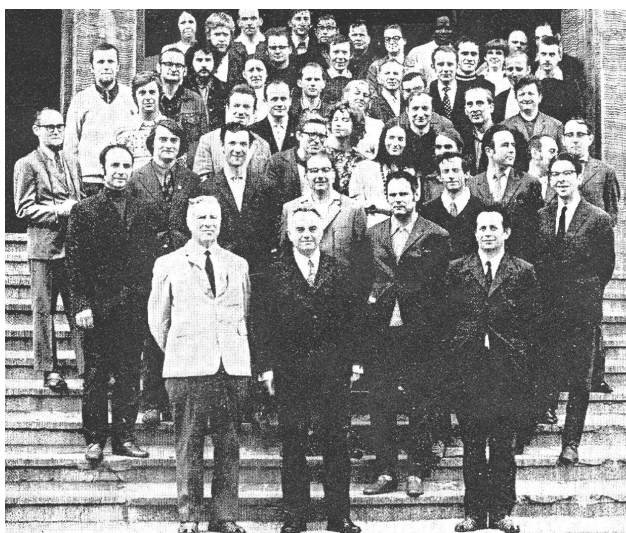
Każdy fizyk zna schemat Jabłońskiego. Gdy jednak w różnych miejscach na świecie słyszę, jak zagraniczni koledzy żonglują pojęciem „Dżablonski scheme”, czuję, że ze względu na mój toruński rodowód to właśnie ja jestem upoważniona do przedstawiania schematu Jabłońskiego w obcym środowisku. Choć studia zaczęłam dopiero w 1966 r., byłam wychowana w atmosferze autorytetu Profesora i kształcona przez jego uczniów. Słyszając

---

\*Artykuł opublikowany w skróconej wersji w *Głosie Uczelni* (UMK, luty 2008 r.).



dyskusję naukową w obcym języku, w której mowa o schemacie Jabłońskiego, widzę sylwetkę Profesora, czuję atmosferę Colloquium Czwartkowego. Pamięć przywołuje nawet zapach tytoniu palonej przez Profesora fajki, zmieszany z aromatem kawy podawanej w trakcie seminarium; słyszę też uwagi Profesora, nie tylko dotyczące przedstawianych zagadnień z fizyki, ale również sposobu prezentacji, a szczególnie poprawnej polszczyzny. Wtedy z dumą zdaję sobie sprawę, że zwykle jestem jedyną osobą wśród obcych, która znała Profesora. Kiedy jednak jestem w Toruniu, w gmachu Instytutu Aleksandra Jabłońskiego, w murach zbudowanej przez niego toruńskiej szkoły fizyki, otoczona wspomnieniami córki Profesora, uczniów, przyjaciół i współpracowników – wszystkich, którzy dzielili z Profesorem uniesienia pracy badawczej, prozę codzienności i emocje artystycznych doznań, to obrazy z moich osobistych wspomnień stają się epizodyczne i giną na tym wielowymiarowym tle...



Profesor Aleksander Jabłoński (w pierwszym rzędzie, w jasnej marynarce) z grupą pracowników przed wejściem do Instytutu Fizyki UMK, obecnie Instytutu Aleksandra Jabłońskiego (27 maja 1972 r.)

## Słynne Colloquium Profesora Jabłońskiego

Niepotrzebne były listy obecności czy regulaminy zobowiązujące pracowników do brania udziału w Colloquium, czyli cotygodniowym czwartkowym spotkaniu. Autorytet Profesora, jego światowa sława i charyzma sprawiały, że nawet studenci tłoczyli się do sali XXV, żeby posłuchać swych wykładowców dyskutujących z Mistrzem.

Prototypem Kolokwium Czwartkowych były seminaRIA, w których Profesor brał udział w Berlinie, będąc stypendystą Fundacji Rockefellera i pracując przez 9 miesięcy, w latach 1930–31, w laboratorium Petera Pringsheima, wybitnego znawcy zjawisk fluorescencji i fosforescencji. We wspomnianym wywiadzie z 1976 r. [2] Profesor Jabłoński powiedział:

„Największe wrażenie zrobiło na mnie [cotygodniowe] kolokwium fizyczne, które tam istniało. Brali

w nim udział fizycy mniej i bardziej znani z Berlina i spod Berlina, no i tam przewodniczył Nernst a poza tym na kolokwium byli obecni Max Planck, Einstein [dokąd nie wyjechał do Stanów Zjednoczonych], Pringsheim, Liza Meitner, Grotrian i cały szereg innych wybitnych fizyków. (...) W kolokwium brali udział wspólnie pracownicy naukowcy Instytutów Fizyki Doświadczalnej i Fizyki Teoretycznej. Ta wspólnota bardzo mnie fascynowała i marzyłem o tym, żeby takie kolokwium stworzyć. (...) Po kolokwium odbywało się »Nachsitung«, wszyscy szli do kawiarni i tam sobie rozmawiali na różne tematy naukowe i inne”.

Ważną rolę stworzonych przez siebie seminariów Profesor opisuje w artykule z 1954 r. „O kształceniu młodej kadry fizyków” [4].

„Colloquium Fizyczne jest to zebranie wszystkich pracowników nauki Zespołu Katedr Fizyki, na którym referowane są prace własne i obce. Colloquia takie odbywają się we wszystkich niemal ośrodkach fizycznych na całym świecie. (...) Utartym jest zwyczajem na colloquiach zadawanie pytań referentowi i przeprowadzanie dyskusji w trakcie wygłaszania referatu. Nierzadko dyskusja zabiera więcej czasu niż sam referat. Zdaniem moim, colloquium jest jednym z najważniejszych czynników w kształceniu młodej kadry. Młody pracownik ma okazję do wysłuchania referatów starszych i młodszych kolegów, sam wygłasza referaty od czasu do czasu (co zmusza go do studiowania nowszej literatury naukowej), bierze udział czynny w dyskusjach lub też im się przysłuchuje, zapoznaje się z nowszymi wynikami badań w dziedzinach nie będących jego ściślejszą specjalnością i, co najważniejsze, przyzwyczajają się do współpracy z innymi fizykami. ... Colloquium jest terenem współpracy w s z y s t k i c h pracowników Zespołu Katedr. Ja osobiście przypisuję Colloquium znaczenie ogromne i uważałbym za rzecz wysoce szkodliwą dla ośrodka, gdyby wśród pracowników zespołu znaleźli się tacy, którzy by się od udziału w Colloquium uchylali”.

Cecylia Łubieńska-Iwaniszewska wspomina [5]:

„W salce od podwórza, gęsto zastawionej szafami bibliotecznymi, odbywały się wykłady dla wyższych lat studiów oraz kolokwium czwartkowe o tematyce fizyczno-astronomicznej. Obok profesorów pojawiali się wtedy na sali młodzi pracownicy oraz studenci. Przez dłuższy czas porządek na sali w czasie kolokwium był taki, że profesorem zasiadali z przodu, w pobliżu prelegenta, a studenci z tyłu, pod szafami. Ale kiedyś wykrył prof. Jabłoński, że studenci niezbyt uważnie przysłuchiwali się uczynom wywodom – nie jestem pewna, czy była to »bitwa morska«, czy tylko rozwiązywanie krzyżówek – zarządził zmianę: studenci z przodu, profesorowie w odleglejszej części sali. Zapamiętałam z tego okresu Profesora pykającego z fajki, siedzącego gdzieś w głębi przy bibliotecznym szafie”.

Wspomnienia, które definiują nie-fizyczne schematy Jabłońskiego, rozpoczynają się od historycznego momentu opisanego przez Profesora w następujący sposób [6]:

„Pierwsze odwiedziny Torunia 8–9 grudnia 1945 r. (...) Formalnie początek pracy od 1 stycznia 1946 – faktycznie – połowa lutego 1946. Pierwszy wykład

chyba 17 lutego 1946. Bez doświadczeń demonstracyjnych w Collegium Maius (ale jednak pokaz wagi Mohra i efektu Magnusa). Ani jednego pokoju, ani jednego pomocniczego pracownika, ani jednego woźnego. Entuzjazm”.

Danuta Jabłońska-Fraćkowiak to samo wydarzenie relacjonuje następująco [6]:

„W 1946 roku przyjechał on do Torunia jako jeszcze stosunkowo młody 48-letni uczonek, ale mimo pięcioletniej przerwy w działalności naukowej spowodowanej kataklizmem wojennym był już znanym w całym fizycznym świecie fizykiem specjalistą z dziedziny spektroskopii molekularnej i atomowej. Był sam. Jak wynika z jego wspomnień, w Toruniu na UMK nie było w tym czasie ani jednego fizyka”.

## Nie-fizyczne schematy Jabłońskiego

### Schemat rodzinny

Danuta Jabłońska-Fraćkowiak [6]:

„Tata był wzorowym mężem i ojcem. Dnia 3 kwietnia 1948 roku pisałam w moim dzienniczku: »Tatusz coś gra na skrzypcach, zaczął od kilku dobrze mi znanych taktów, a teraz ‘fantazjuje’ na ich temat. Wiem, że często tak improwizuje, grając na fortepianie, ale pierwszy raz słyszę, żeby tak grał na skrzypcach. Co on myśli? Ten dobroduszny, uśmiechnięty, cierpliwy Człowiek. Tak samotny wśród nas wszystkich. Tatusz ma zdolność do przywiązania się do ludzi. . . podziwiam jego stosunek do Mamy. Z początku się trochę buntował, bo męczyły go te ciągle choroby. Teraz jest najtroskliwszym mężem. Prawie niafiak. Czy nie szkoda go na to? Ta wspomniana »samotność« dotyczyła oczywiście tylko fizyki. Nie było jeszcze w jego otoczeniu ludzi, z którymi mógłby podyskutować o pasjonujących go zagadnieniach fizycznych. Samotnie czytał literaturę i pisał swoje teoretyczne prace. ( . . . ) Z muzyką było lepiej – przecież Mama była pianistką i akompaniowała mu przy wspólnym cowieczornym graniu.

( . . . ) Mój Ojciec był wzorowym dziadkiem. Podobno kiedyś chciał mieć syna, ale jako dziadek wyróżniał wnuczki. Specjalnie wyróżniał moją córkę Marysię, którą namówił później na studiowanie fizyki. ( . . . ) Taty kolegą z wojska był chirurg dr Donat Massalski. Marysia miała zapalenie tak zwanej ślepej kiszki, na którym nie poznała się nasza lekarka. ( . . . ) Dr Massalski ratował Marysię energicznie. ( . . . ) Przyszedł potem do mnie dr Massalski, wywołał mnie na korytarz i powiedział, że matce dziecka on musi mówić prawdę o jego stanie, ale ja memu ojcu nie mam tego przekazywać. »To twardy człowiek, wiem, bo siedzieliśmy razem w Kozielsku, a teraz prawie płakał!«”.

### Schemat codzienny

Wspomnienia córki z okresu warszawskiego [1]:

„Codziennie rano ojciec szedł na uniwersytet, przychodził do domu na obiad i krótki odpoczynek i wracał do pracy aż do wieczora, do powrotu do domu. Cała rodzina jadła śniadania i obiady razem; kolacje rodzice jedli później niż my. Tylko w dniach, kiedy były kwartety w naszym domu, albo w nasze urodziny czy inne rodzinne

święta, jadałyśmy [z siostrą] kolacje razem z zaproszonymi. W niedzielę i święta Ojciec chodził na długie spacery. ( . . . ) W czasie naszych spacerów mój Ojciec był głęboko pogrążony w swoich myślach, a ja starałam się być cicho, żeby mu nie przeszkadzać. Nieraz po drodze do domu kupowaliśmy kwiaty dla Mamy”.

Cecylia Łubieńska-Iwaniszewska [5]:

„Państwo Jabłońscy mieszkali kilka lat na parterze nowego gmachu [w Toruniu] przy ul. Grudziądzkiej, a stamtąd blisko było na toruńską Starówkę. W niedzielę, po wyjściu ze Mszy św. Akademickiej w kościele Św. Ducha, lubił Profesor udawać się na spacer, przyglądając się postępowi robót przy porządkowaniu Starego Miasta, a potem nadwiślańskiego bulwaru. Spotykaliśmy się niekiedy na Rynku Staromiejskim, a kiedyś – pamiętam – towarzyszyliśmy z moim mężem prof. Jabłońskiemu na przechadzce wzdłuż Wisły, od mostu drogowego aż do kolejowego. Prace porządkowe doprowadzone wtedy były gdzieś chyba do połowy tego odcinka nadbrzeża. Krajobraz przy moście kolejowym był wtedy bardzo nieciekawym, ale Profesor objaśniał nam cierpliwie, jak to kiedyś tutaj będzie”.



Od lewej: Cecylia Łubieńska (później Iwaniszewska) i Danuta Jabłońska (później Frączkowiak) w ogródku na tyłach Budynku Przyrodniczego (obecnie Wydział Sztuk Pięknych) przy ul. Sienkiewicza 30/32 w Toruniu; wrzesień 1948 rok (z prywatnego albumu Cecylii Iwaniszewskiej)

### Schemat patriotyczny

To właściwie cała historia pięknie opisana we wspomnieniach córki Profesora [1]. Każdy fragment, w jakikolwiek sposób wybrany z pełnego tekstu, okaleczyłby obraz przeżyć i losów Profesora w czasie II wojny światowej, odsyłam więc do oryginału. Przytoczę tylko jedno zdanie, które zafascynowało Briana Wybourne’a, wybitnego fizyka z Nowej Zelandii, który ostatnie 13 lat swojego życia spędził w Instytucie Jabłońskiego w Toruniu (zmarł

w roku 2003). W książce tej córka Profesora wspomina czasy wojenne i opisuje rozwój wydarzeń, kiedy Profesor został uwięziony w obozie w Kozielsku:

„Z adresu [na korespondencji] nie wiedzieliśmy, gdzie on [ojciec] przebywa, ale w jednym z listów nadmieniał godzinę wschodu i zachodu słońca, razem z datą, mogliśmy więc zorientować się mniej więcej, gdzie to miejsce jest”.

Tęcza już, chwata Bogu, dzień jest dłuższy,  
ale kiedy słońce zachodzi już jakiegoś  
8 minut po ciemności a w nich wznosiło się  
najwyżej na 12,5 ponad horyzont, było z  
cystaniem słabo. Bardzo mi w dalszym  
ciągu interesuje sprawa mojej pracy, która  
wybita w Holandii z druku – czy poprawka  
tekstu jest wprowadzona? Nie chciałbym, aby  
w mojej ostatniej pracy coś było nie zupełnie  
w porządku. Wszak po moim pobraniu było  
kończy i mojej pracy. Mam wątpliwości,  
czy moje prace, zostaną kiedykolwiek na  
leżycie ocenione przez redaktorów, ale po  
mimo to, chciałbym, aby były w porządku.

Fragment listu z obozu w Kozielsku, pisanego 26 lutego 1941 r., w dniu urodzin Profesora (dar Danuty Frąckowiak, Archiwum UMK w Toruniu, sygnatura AUMK W-24/3)

Choćby to jedno zdanie definiuje dodatkowe schematy Jabłońskiego: schemat myślenia, schemat mądrości, schemat adaptacji i woli przetrwania!

Danuta Jabłońska-Frąckowiak [6]:

„Z patriotyzmu wrócił do kraju, bo jak mu w Londynie tłumaczył prof. Pieńkowski, namawiający go na ten powrót (oczywiście do UW!): »młodzież czeka!«. I teraz dla tej polskiej młodzieży w bardzo trudnych warunkach organizował studia, kosztem swojej pracy badawczej, swego czasu i sił. A miał przecież bardzo korzystne propozycje pracy w USA, mógł też zostać w Wielkiej Brytanii. Zamiast tego wybrał troskę o laboratoria studenckie i trud wychowania początkujących studentów nowej kadry fizyków dla nauki, dla przemysłu i dla szkolnictwa”.

Słowa te mają potwierdzenie w wywiadzie [2], w którym Profesor opisuje, że w czasie pobytu w Szkocji (gdzie od 1943 r. prowadził wykłady):

„... przyjechał Pieńkowski do Wielkiej Brytanii w listopadzie 1945 r. i namawiał mnie do powrotu do Polski. Mówił, że kultura polska ucierpiała w czasie wojny, że trzeba pracować nad jej odbudową. (...) Mnie się zdaje, że dla Polski było sprawą ważną, żeby w tej części Polski [Pomorze], w której ośrodków naukowych nie było, żeby powstały. Mógłbym zostać w Warszawie, bardzo mnie profesor Pieńkowski namawiał. Ale w Toruniu miałem pełną swobodę – zajęcia organizacyjne, prowadziłem wykłady i ćwiczenia, no i doprowadziło się w końcu do tego, że zbudowano chociaż część murów... Po przeniesieniu się do tego gmachu [zbudowanego w latach 1948–51] można było rozpocząć prace doświadczalne”.

## Schemat organizacyjny

Danuta Jabłońska-Frąckowiak [6]:

„A w Toruniu zaczęła się od razu ciężka praca. Ojcu chodziło najpierw o uruchomienie możliwie normalnych studiów, a więc nie tylko wykładów ilustrowanych pokazami doświadczeń, ale i pracowni studenckich. (...) Ale to wszystko było z początku tylko fantazjami szefa! Pokoje były puste: nie było nie tylko przyrządów, ale i mebli. Ojciec wypatrzył w suterenie masywne drewniane stoły – umywalnie żołnierskie, zostawione tam przez Niemców. Wpadł na pomysł, że jeśli się im dorobi normalne blaty, to mogą służyć jako świetne stoły w laboratorium studenckim. Aby nam ich nikt nie zabrał, nosiliśmy je z Ojcem we dwójkę. Strasznie były ciężkie!

(...) Pierwsze przyrządy Ojciec zamawiał w spółce, która produkowała przyrządy dla szkół. Przesyłki z zamówionymi przedmiotami przychodziły pocztą. Odbieraliśmy je z Tatą z poczty, taszczyli do domu i układali po rozpakowaniu i sprawdzeniu zawartości w naszym mieszkaniu, gdzie się dało, przeważnie na szafach. Gdy już lokale na Zakład zostały odremontowane, przenosiliśmy je do Zakładu. W pobliskim lesku zbieraliśmy łuski od pocisków, z których nasz wspaniały mechanik p. Markowski montował kalorymetry do pracowni studenckiej. Na każdy kalorymetr trzeba było zużyć dwie takie łuski: jedną o większej, a drugą o mniejszej średnicy”.

## Schemat badawczy

W roku 1954 Profesor pisał [4]:

„Jestem zdania, że kształcenie młodej kadry możliwe jest jedynie w ośrodku, w którym »starsza kadra« (personel nauczający) składa się z fizyków aktywnych naukowo (chciałbym podkreślić z całym naciskiem, że żaden tzw. »dobry dydaktyk« zastąpić nie może na wyższej uczelni »naukowca« – Uniwersytet w Edynburgu ciężko odpokutował odrzucenie kandydatury słynnego Maxwella i obsadzenie katedry Fizyki przez »dobrego dydaktyka«). To też w okresie organizacji toruńskiego ośrodka fizycznego główny wysiłek skierowałem na pozyskanie dla Torunia najbardziej aktywnych naukowo fizyków”.

Danuta Jabłońska-Frąckowiak [6]:

„Tato nie zarzucił, pomimo tych licznych zajęć, pracy naukowej. Na szczęście był fizykiem, który nie tylko mierzył, ale i teoretycznie tłumaczył wyniki doświadczeń swoich lub otrzymanych z danych literaturowych.

(...) Nasz szef był szanowany nie tylko w Toruniu, ale i wśród wszystkich specjalistów z optyki molekularnej na całym świecie. Był zapraszany na referaty na wszystkie ważne kongresy poświęcone luminescencji molekuł lub spektroskopii atomowej. Pojechał więc na kongres luminescencyjny do Paryża, gdy miał już około 70 lat. Wrócił bardzo zmęczony. Powiedział, że ostatni raz był na zjeździe zagranicznym. Nie rozumiałam tej decyzji, przecież mówił, że zabierał głos w dyskusji, że dyskusje były ciekawe i że wszyscy byli bardzo mili. I miał tyle następnych zaproszeń na inne zjazdy i to zawsze na koszt organizatorów. Uśmiechnął się i powiedział, że jak ktoś chce z nim

porozmawiać, to musi przyjechać do Torunia. No i ludzie przyjeżdżali”.



Naukowy nieład na biurku Mistrza i prezentacja dobrych – sądząc po uśmiechu – wyników eksperymentu przeprowadzonego przez uczniów (od lewej): Emanuela Walentynowicza, Kazimierza Antonowicza, Edmunda Lisickiego, Henryka Łożykowskiego i Stanisława Łęgowskiego (z prywatnego albumu Emanuela Walentynowicza)

### Schemat studencki

W roku 1955 w artykule „O Fizyce” [7] Profesor pisał:

„Jaki kierunek studiów i jaką uczelnię obrać? – oto pytania, na które odpowiedzieć sobie musi każdy maturzysta, pragnący odbywać studia wyższe. (...) Podkreślić należy, że celem studiów Fizyki na uniwersytetach powinno być nie tyle doprowadzenie studiujących do pamięciowego przyswojenia pewnej ilości wiadomości, ile przygotowanie ich do samodzielnej pracy bądź to teoretycznej, bądź to doświadczalnej. Nie jest więc rzeczą konieczną, aby do rozstrzygnięcia zagadnienia »gdzie studiować?«, kierować się specjalną dziedziną pracy naukowej, uprawianej w tym lub innym uniwersytecie. Na ściślejszą specjalizację będzie czas po ukończeniu studiów magisterskich. Można nawet twierdzić, że jest korzystniej nie rozpoczynać ściślejszej specjalizacji zbyt wcześnie. Jednakże już w czasie studiów trzeba się zdecydować, czy ma się iść w kierunku Fizyki Teoretycznej, czy też Fizyki Doświadczalnej”.

Jadwiga Gorska-Poczopko (w artykule „Botaniczka na egzaminie u fizyka” [8]):

„W pierwszych latach po wojnie studenci nie mieli sztywnych terminów składania egzaminów. Po prostu musieli wyznaczone na danym kierunku studiów egzaminy pozdawać przed magisterium, ustalając termin każdego z nich indywidualnie z profesorem. (...) Wszedłszy do gabinetu profesora (...) usłyszałam piorunującą nowinę: »Egzamin albo dziś, albo za 3 miesiące, bo wyjeżdżam«. (...) Pierwsze pytanie trafiło na szczęście w opanowaną część materiału i odpowiedź wyszła gładko. Gorzej z drugim: »Proszę podać wzór...« A ja ani w ząb... – Przecież można wzór wyprowadzić z tego prostszego – ratował mnie Profesor, (...) i korzystając z dyskretnych podpowiedzi Profesora, wyprowadziłam wzór »jak ta lala«! – No to

ma Pani u mnie już czwórkę – powiedział z zadowoleniem Profesor”.

„Moje pierwsze spotkanie z prof. A. Jabłońskim odbyło się w listopadzie 1958 roku (...) i wykazało, że Profesor jest człowiekiem prawym, szlachetnym i bardzo życzliwym” – napisał Kazimierz Szreder w swoim krótkim wspomnieniu („Pierwsze spotkanie” [9]).

Ilu profesorów, wychowawców młodzieży, może szcycić się taką opinią studentów?



Zjazd absolwentów rocznika 1958; Kazimierz Balcerowicz podaje Profesorowi ogień do słynnej fajki (z prywatnego albumu Emanuela Walentynowicza)

### Schemat muzyczny

Jerzy Kubrycht [10]:

„Profesor był uczniem samego Barcewicza i w młodości zarabiał na utrzymanie jako zawodowy muzyk w Teatrze Wielkim. Równolegle ukończył studia i otrzymał propozycję pracy asystenta. Jednoczesne wykonywanie obu zawodów nie było możliwe. Decyzję wyboru zawodu młody Pan Aleksander powierzył swej młodej żonie. Pani Wiktoria oświadczyła, że wolałaby męża fizyka. Tak więc Profesor musiał poświęcić sztukę dla nauki. Ale niezupełnie...

Co dzień rano Profesor grywał ćwiczenia »nieme« – bez smyczka, a więc bez głosu. Wieczorami grywał etiudy, a czasem duety z fortepianem. W pierwszych latach mojej obecności w kwartecie Profesor grał pięknym tonem i z dużą biegłością techniczną. Nie zapomnę wspaniałego, wruszającego wykonania słynnej, wolnej części kwartetu Czajkowskiego.

(...) Grywaliśmy zwykle jeden kwartet Mozarta i jeden Beethovena. W przerwie była kolacja; wspaniała – pani profesorowa była znakomitą gospodynią, ale chyba jeszcze lepszą pianistką. Niekiedy grywaliśmy kwartety

i kwintety fortepianowe. Podczas takich przerw kolacyjnych, przedłużanych o kawę, miałem okazję przysłuchiwać się rozmowom, w których prym wodzili profesorowie.

(...) Po śmierci Pani Wiktorii kwartety odbywały się nadal regularnie. Przy muzyce Profesor zapominał o zmarzeniach. Jako samotny gospodarz radził sobie doskonale. Skład kwartetu zmienił się niebawem (...) do zespołu dołączył Marek Wakarecy”.

Marek Wakarecy (wywiad w Uzupełnieniu 1):

„Nigdy nie wiedziałem, co będzie grane. Profesor po prostu kładł nuty i proponował, że dzisiaj zaczniemy od tego... miał całą szafkę nut, wybierał, podawał nam... Tak wyglądało moje pierwsze spotkanie (zresztą pana Jurka też): człowiek przychodzi i nie jest pewny niczego! A na dodatek Profesor miał wyjątkową właściwość muzyczną, mianowicie pamiętał dokładnie tempa, w których powinno się dany utwór grać. Dla Profesora nie miało znaczenia, że ktoś nie znał danego utworu, w odpowiednim tempie należało go grać i on też się starał w tym tempie grać”.

### Schemat partnerski

Jerzy Kubrycht [10]:

„Pierwsza przerwa wakacyjna nastąpiła po kilku zaledwie tygodniach spotkań muzycznych. Przesyłając na adres Profesorostwa pozdrowienia z wczasów, podpisałem je imieniem i nazwiskiem i wtedy pomyślałem, że być może, Profesor nie pamięta mego nazwiska, przeto w nawiasach dopisałem »(wiolonczeła)«. Okazało się jednak, że nie tylko pamiętał moje nazwisko, lecz dysponował moim adresem, bo po pewnym czasie otrzymałem pozdrowienia podpisane: Wiktorja Jabłońska (fortepian), Aleksander Jabłoński (skrzypce)”.

### Schemat etyczny

Mikołaj Rozwadowski (wspomnienie w Uzupełnieniu 2):

„Były czasy, w których przyznawano dodatki do wynagrodzenia za prace w warunkach szkodliwych dla zdrowia. Dotyczyło to chemików i fizyków; w innych uczelniach tak było. W tamtym czasie byłem przedstawicielem młodych pracowników nauki w Związku Nauczycielstwa Polskiego i koledzy pracujący ze mną namawiali mnie, aby udać się w tej sprawie do Profesora. Przygotowałem listę osób pracujących w pracowni, gdzie mamy między innymi rentgena, ultradźwięki (...). Profesor odpowiedział, że jeśli przyniosę oświadczenie, że każdy przebywa w pracowni po cztery godzinny dziennie z włączoną aparaturą, to dopiero wtedy rozważy taką ewentualność. Oczywiście koledzy byli bardzo niezadowoleni z faska sprawy, argumentując dalej, że inni mają dodatki, więc znowu poszedłem do Pana Profesora. Pan Profesor nie napisał na podaniu »popieram«, tylko »vidi«, i oddając mi pismo, spojrzął na mnie i powiedział: – Chęć niewielkiego zysku z wyciężyła uczciwość! – Bardzo źle poczułem się w tym momencie i od tego wydarzenia bardzo głęboko zapamiętałem słowa Profesora. W pracy wychowawczej nie są ważne długie kazania, tylko właśnie takie sygnały, lapidarne sentencje, uwagi czy podsumowania”.

### Schemat duchowy

Ks. biskup Andrzej Suski (w homilii wygłoszonej na Mszy Św. odprawionej w intencji Profesora z okazji jego setnych urodzin [11]):

„Człowiek prawdy to człowiek czytelny, a przecież nigdy nie przeczytany do końca, bo ciągle rodzą się w nim nowe pragnienia, pomysły, inicjatywy. Widzi je jako swoje zadanie, przeznaczenie, misję. Nie zawsze i nie przez wszystkich jest w tym akceptowany, zwłaszcza jeśli stawia sobie maksymalne wymagania i innych zdecydowanie przerasta. (...) Dobry nauczyciel to ktoś, kto na stałe zrósł się z prawdą. Żyje nią, stara się ją zgłębiać, stosować w swoim życiu i dzielić się nią jako własnymi przemyśleniami i przeżyciami.

Tak właśnie zapisał się w pamięci swoich uczniów Człowiek, którego czcimy i wspominamy w auli uniwersyteckiej i w kościele. W auli Instytutu Fizyki – bo tam poświęcił najlepsze lata swojego życia, twórczo i godnie służąc nauce, odkrywając i dzieląc się z innymi prawdą o rzeczywistości materialnej. I tutaj, w kościele akademickim Ducha Świętego, gdzie żywił się prawdą Bożą, aby świecić jej blaskiem w swoim codziennym życiu”.

O. Mieczysław Nowak (duszpasterz akademicki, podczas tych samych uroczystości [12]):

„W przeddzień przecięcia szarfy przez ówczesne władze do wejścia w nowe, przez Profesora zbudowane, Collegium Physicum, On sam przyszedł do mnie, podówczas duzpasterza akademickiego, nieśmiało, z taką prośbą: – Proszę ojca, niech ojciec weźmie butelkę wody święconej i kropidło... .

Potem zaprowadził mnie do tego świeżutkiego Coll. Physicum i tam do jakiejś kuwety z laboratorium naławszy wody święconej – kazał mi iść za sobą od pomieszczenia do pomieszczenia, zaczynając od suterenu aż do górnego piętra, i wszędzie kropić i kropić wodą święconą, a najbardziej w jednym niewielkim pomieszczeniu [rentgen]. Tu – mówił – niech ojciec kropi, a kropi, jak najmocniej, najwięcej, bo tu mamy do czynienia z najwyższymi, z najniebezpieczniejszymi siłami. Więc kropiłem, jak mogłem”.

Według receptury na specjalistę: „to know more and more about the less, and less, and less”, Ojciec Nowak pragnął, aby zapamiętać Profesora jako obraz „dochodzenia przez coraz to mniejsze, coraz to mniejsze, aż do tego, co jest już bez tajemnic, do Światłości, tej luminescencji Bożej, świętej, szczęśliwej”.

### Podsumowanie

Wszystkie przedstawione nie-fizyczne schematy Jabłońskiego najlepiej streszczone są we fragmentach listów Profesora pisanych do małżonki i córek z obozu w Koziełsku, dokąd został przewieziony w lipcu 1940 r. (listy te prof. Danuta Frackowiak przekazała w darze Archiwum UMK w Toruniu, sygnatura AUMK W-24/3).

„Zdrowie moje staram się zachować – nie chorowałem dotychczas nawet na grypę, zęby trzymają się mocno (dostałem w prezencie trochę cebuli i czosnku – co ma



chronić zęby). Zdrowie psychiczne staram się utrzymać studiowaniem fizyki i czytaniem książek angielskich” [z listu pisanego 23 marca 1941 r.]. „Bardzo mię w dalszym ciągu interesuje sprawa mojej pracy, która wyszła w Holandii z druku – czy poprawka tekstu jest wprowadzona? Nie chciałbym, aby w mojej ostatniej pracy coś było nie zupełnie w porządku. Wszak po mnie pozostaniecie tylko Wy i moje prace” [z listu pisanego 26 lutego 1941 r.]. „Ostatnio zacząłem po trochu grywać na skrzypcach zbudowanych za pomocą scyzoryka i kawałeczka szkła, smyczek z niemi zamiast włosia końskiego” [z listu pisanego 30 kwietnia 1941 r.].

Rodzina, fizyka, muzyka i siła woli pozwalająca przetrwać ekstremalne warunki – to treść rozdziałów następnej książki o Profesorze, gdyby taka powstała! Z fragmentarycznie prezentowanych wspomnień widać jednak, jak bardzo Profesor się mylił, pisząc z obozu do małżonki i córek: „Wszak po mnie pozostaniecie tylko Wy i moje prace”! Pozostał także Instytut Aleksandra Jabłońskiego UMK w To-

runiu i Szkoła Jabłońskiego; pozostały schematy Jabłońskiego: ten stosowany przez wielu fizyków i chemików na świecie oraz te, które są wzorcami postępowania.

## Epilog



## Literatura

- [1] *Born 100 Years Ago: Aleksander Jabłoński (1898–1980)*, red. J. Szudy (Wydawnictwo UMK, Toruń 1998).
- [2] *Postępy Fizyki* **33**, 69 (1982).
- [3] A. Jabłoński, *Z. Physik* **94**, 38 (1935).
- [4] A. Jabłoński, *Głos Uczelni* **3**, zes. 3, 10 (1954).
- [5] C. Łubieńska-Iwaniszewska, *Absolwent*, zes. 3, kwiecień 1998.
- [6] D. Jabłońska-Fraćkowiak, *Na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w latach 1946–1966. Wspomnienia fizyka* (Wydawnictwo UMK, Toruń 2006).
- [7] A. Jabłoński, *Głos Uczelni* **4**, zes. 2, 7 (1955).
- [8] J. Gorska-Poczopko, *Absolwent*, zes. 3, kwiecień 1998.
- [9] K. Szreder, *Absolwent*, zes. 3, kwiecień 1998.
- [10] J. Kubrycht, *Absolwent*, zes. 3, kwiecień 1998.
- [11] A. Suski, *Absolwent*, zes. 3, kwiecień 1998.
- [12] M. Nowak, *Absolwent*, zes. 3, kwiecień 1998.

## Uzupełnienie 1: Okruchy wspomnień demonstratora\*

*Z pomocniczych zajęć dydaktycznych niewdzięczna i trudna była funkcja demonstratora wykładowego, szczególnie na wykładach Szefa. Wiem to z własnego doświadczenia. (...) Jeśli coś się nie udało, demonstrator był publicznie, przy studentach, potępiany (ze wspomnień Danuty Jabłońskiej-Fraćkowiak *Na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w latach 1946–1966* (Wydawnictwo UMK, Toruń 2006)).*



MIKOŁAJ ROZWADOWSKI studia z zakresu fizyki ukończył na UMK w roku 1955, podobnie jak Ryszard Karol Bauer, z którym przyjaźnił się już podczas studiów; zarówno pracę magisterską jak i doktorską obaj wykonali pod kierunkiem Profesora Jabłońskiego. W roku 1954 został zastępcą asystenta, a po ukończeniu studiów – asystentem w Katedrze Fizyki Doświadczalnej UMK, którą kierował Profesor Jabłoński. W roku 1960 przeniósł się do pracy w ówczesnej Wyższej Szkole Inżynierskiej (obecnie Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy) w Bydgoszczy, gdzie zajął się organizacją Zakładu Fizyki. W roku 1995, będąc na stanowisku docenta, przeszedł na emeryturę.

\*Wspomnienia Mikołaja Rozwadowskiego nagrane 30 października 2007 r. w Bydgoszczy i opracowane przez Lidę Smentek.

Dla nas, studentów i asystentów, Profesor Jabłoński był absolutnym autorytetem. W Instytucie czuło się cały czas to, że jest Przełożonym, więc nawet trudno powiedzieć, czy miał poczucie humoru; był cały czas dla nas Mistrzem. Opowiadał nam nieraz wspomnienia ze swojego pobytu w Niemczech; wspominał, że w czasie zwiedzania laboratorium czy jakiegoś zakładu zauważył, że przecierają się mu spodnie, więc kapeluszem zasłaniał miejsce, gdzie powstawała dziura... opowiadał też, że jeden z naukowców w Austrii publikował prace wykonane za pomocą aparatury, która nie była jeszcze rozpakowana i stała w skrzyniach na korytarzu... inny uczony z kolei, w poszukiwaniu nowego promieniowania, co wtedy było modne, widział widmo nawet wtedy, kiedy pryzmat został usunięty z aparatury...

Pierwsze wydarzenie, jakie zapisało mi się w pamięci, było na pierwszym roku i związane było z imieniami Profesora. Zastanawialiśmy się, co kupić w prezencie dla Profesora. Za namową koleżanki z Torunia zdecydowaliśmy kupić kosz delikatesowy, w którym było wino, czekolady... – rarytasy w tamtych czasach. Na wykładzie delegacja z koszem idzie do Profesora, żeby złożyć życzenia (już nie pamiętam, kto był w tej delegacji) i wtedy... Profesor tak nas zwymyślał za ten kosz, że nie wiedzieliśmy, jak się zachować. Powiedział, żebyśmy tego więcej nie robili, a za zebrane pieniądze mamy sobie kupić w przyszłości książki. Po cichu się wycofaliśmy, ale kosz chyba został, nie pamiętam, jaki był finał tego wydarzenia.

Po latach na imieniny Profesora zapraszano nas, asystentów, na kolacje. Jednego roku Pani Profesorowa przygotowała krupnik według receptury wileńskiej. Na początku uroczystości Pan Profesor wygłosił mowę o niegodziwości picia alkoholu. W takiej sytuacji nie wiedzieliśmy, jak się zachować, czy chwalić krupnik Pani Profesorowej i w ogóle czy pić go, czy nie. Pan Profesor był bardzo pryncypialny w zachowaniach i nawet nie przypominam sobie, czy kiedykolwiek widzieliśmy Pana Profesora pijącego alkohol.

Kiedy byliśmy już asystentami, Profesor przychodził do pracy rano, o 9, i był do 13, potem od 16 do 19. Z nami po południu to bywało różnie. Przychodził i jeśli drzwi były zamknięte (to znaczy nikogo z nas nie było), to zostawiał w drzwiach wizytówkę. Na drugi dzień, kiedy spotkał na korytarzu tego, kto był nieobecny poprzedniego popołudnia, tylko wspominał: „Wczoraj pana szukałem”, i odchodził. Po kilku takich wydarzeniach i uwagach Profesora o nieobecności poprzedniego dnia w Instytucie zrozumieliśmy, o co chodzi i że trzeba się pilnować.

Kto pisał publikacje? Młodzi ludzie pisali i przedstawiali rękopis, Profesor poprawiał, jeśli nie daj Boże praca napisana była w obcym języku, to tyle musiał poprawiać, jakby na nowo pisał cały artykuł; był współautorem publikacji tylko wtedy, kiedy faktycznie miał udział w przeprowadzonych badaniach. W opiekowaniu się studentami czasami wyręczaliśmy Pana Profesora. W tamtym czasie Wacław Bała i Marian Józków w praktyce, jako magistranci, byli pod naszą opieką (W. Bała u Ryszarda Bauera), ale firmował Profesor, bo formalnie my nie mieliśmy upraw-

nień. Kiedy Profesor otrzymał wynagrodzenie za opiekę, to było po 200 czy 300 zł, przyniósł i wręczył nam te pieniądze.

Z Ryszardem Bauerem ustawialiśmy w Drugiej Pracowni zadanie polegające na pomiarze szybkości pompowania pompy dyfuzyjnej (nie wiem, czy ono jeszcze przetrwało, bo była to pompa rtęciowa, więc niezbyt bezpieczna i niemile widziana w obecnych czasach). Manometr w kształcie U-rurki przymocowaliśmy do zdobytej od stolarza deski. Ryszard przyniósł farbę i pomalowaliśmy tę deseczkę. Kiedy Pan Profesor zobaczył nasze dzieło, był wyraźnie niezadowolony i podkreślił, że w przyrządach fizycznych należy tylko dbać o to, co decyduje o dokładności wykonywanych pomiarów, a o estetykę nawet nie wypada zabiegać.

Dawniej nie było ulicy na Czerwonej Drodze łączącej Instytut z akademikami, tylko było pole. Posiano tam trawę i wytyczono ścieżki, ale oczywiście ludzie wydeptali dogodniejsze przejścia. W trakcie rozmowy w której narzekano właśnie na to, że ludzie deptają trawę, Pan Profesor zapytał mnie – A pan, też pan tam chodzi? – Odpowiedziałem, że skoro wszyscy tak chodzą... na to Profesor powiedział, że tak postępują tylko owce; jeśli jedna skieruje się w jakąś stronę, pozostałe podążają za nią; a człowiek powinien kierować się swoim rozumem.

Były czasy, w których przyznawano dodatki do wynagrodzenia za prace w warunkach szkodliwych dla zdrowia. Dotyczyło to chemików i fizyków; w innych uczelniach tak było. W tamtym czasie byłem przedstawicielem młodych pracowników nauki w Związku Nauczycielstwa Polskiego i koledzy pracujący ze mną namawiali mnie, aby udać się w tej sprawie do Profesora. Przygotowałem listę osób pracujących w pracowni, gdzie mieliśmy między innymi aparaturę rentgenowską, ultradźwięki... (wtedy już budowaliśmy z Bauerem fluorometr z ultradźwiękowym modulatorem światła). Profesor odpowiedział, że jeśli przyniosę oświadczenie, że każdy przebywa w pracowni po cztery godziny dziennie z włączoną aparaturą, to dopiero wtedy rozważy taką ewentualność. Oczywiście koledzy byli bardzo niezadowoleni z fiaska sprawy, argumentując dalej, że inni mają dodatki... więc znowu poszedłem do Pana Profesora. Pan Profesor nie napisał na podaniu „popieram”, tylko „vidi” i oddając mi pismo, spojrzał na mnie i powiedział: – Chęć niewielkiego zysku z wyciężyła uczciwość! – Bardzo źle poczułem się w tym momencie i od tego wydarzenia bardzo głęboko zapamiętałem słowa Profesora. W pracy wychowawczej nie są ważne długie kazania, tylko właśnie takie sygnały, lapidarne sentencje, uwagi czy podsumowania.

Jeśli chodzi o moje muzyczne wyrobienie, nie było najlepiej. Pochodzę ze wsi, nie mam słuchu muzycznego ani muzycznych umiejętności, a do tego w dzieciństwie nie miałem okazji słuchania muzyki poważnej. Pochodzę z Wileńszczyzny i po śmierci Stalina, chyba w 56. roku, pojechałem odwiedzić tamte strony. Przed wojną nie widziałem Wilna, więc tym razem chciałem choćby przejechać przez to miasto. W Wilnie mieszkał zaprzyjaźniony z Profesorem Henryk Horodniczy, doktorant Profe-

sora. Profesor Jabłoński zaproponował, abym go odwiedził. Bardzo miłe zostałem przyjęty przez rodzinę Horodniczych; była kolacja, w swoim gabinecie gospodarz pokazał mi dużą kolekcję płyt z muzyką poważną. Wysłuchaliśmy wtedy koncertu skrzypcowego Brahmsa, jak on mówił, tego samego, który grywał Jabłoński. Wróciłem i z dumą się chwaliłem Profesorowi Jabłońskiemu, że wysłuchałem drugiego koncertu skrzypcowego Brahmsa. Profesor był zadowolony, ale powiedział: – Bardzo ładnie, ale Brahms tylko jeden koncert skrzypcowy skomponował! ... a tak bardzo chciałem się popisać moją znajomością muzyki, niestety, popis się nie udał.

Karnety na koncerty. Chyba byłem pierwszym szafarzem tych karnetów. W Toruniu były dwa koncerty symfoniczne miesięcznie. Profesor bywał na nich z Małżonką. Kupował dodatkowo dwa bilety i powiedział mi: – Poszukaj chętnych, a jeśli takich nie znajdziesz – idź sam na koncert, żeby nie było miejsc pustych. – Oczywiście Profesor wiedział, jakie bilety zakupił, i tylko podpatrywał, czy miejsca są zajęte, czy puste. Najczęściej więc sam chodziłem z moją kandydatką na żonę, a później żoną, bo nie mogłem znaleźć chętnych. Muszę przyznać, że z czasem przyzwyczaiłem się, zaczęły mi się koncerty podobać i od tego czasu polubiłem muzykę poważną.

Już wtedy można było przyjmować zlecenia z zewnątrz na wykonanie dodatkowych prac. Ryszard Bauer, jako bardziej zaawansowany w elektronice, przyjął zlecenie z Wyższej Szkoły Rolniczej w Olsztynie. Razem robiliśmy zasilacz do fotopowielacza, bo kupić wtedy go jeszcze nie było można. Przy takich zleceniach kierownikowi jednostki za podpis, gwarancję i odpowiedzialność należało się 5% kwoty łącznego wynagrodzenia. Profesor Jabłoński odbierał z kwestury te pieniądze i dawał pani sekretarce, która miała tzw. kasę fundacyjną. Z tej kasy pokrywano koszty rozmaitych usług, jak uszczelnianie okien i inne prace, za które nie można było otrzymać rachunku do rozliczenia. Robiąc te zasilacze, w najlepszej wierze, wzięliśmy z inwentarza mierniki, woltomierz i amperomierz, i wmontowaliśmy w zasilacz zrobiony dla Olsztyna. Przyszło do inwentaryzacji; w raporcie napisaliśmy, zgodnie z prawdą, że mierniki wmontowane w zasilacz poszły do Olsztyna i odpowiednią kwotą obciążyliśmy ich konto. Powstała awantura, bo przecież tego robić nie było wolno, ponieważ oddzielnie należy dokonać zakupu z pozycji budżetu przeznaczonej na tzw. materiały. Profesor nie był z tego zadowolony, powiedział nam trochę do słuchu, polecił zakupić za pieniądze z kasy fundacyjnej brakujące mierniki i uzupełnić stan magazynu.

Przez pięć lat byłem tzw. demonstratorem. We wtorki Profesor dawał mi kartkę, co mam przygotować, a wykłady miał w piątki i soboty od 9 do 11. We czwartek od 13 miałem do dyspozycji dużą salę wykładową (26) i początkowo nawet nie chodziłem na czwartkowe seminaria, żeby dobrze przygotować demonstracje i przypodobać się Profesorowi. Po jakimś czasie pani Frąckowiak poradziła mi, żebym jednak chodził na seminaria, gdyż Profesor uważa obecność na nich za bardzo ważny obowiązek asystentów.

Ustawiało się pokazy, a ponieważ nie było wtedy przyrządów, więc trzeba było kombinować i z prostych elementów sklecać potrzebne zestawy. ... próby zwykle trwały do późnej nocy. Nazajutrz rano Profesor przychodził i trzeba było wszystko zademonstrować i pokazać, jak działają przygotowane doświadczenia. Wyjątkowo w te dni Profesor przychodził o ósmej, a po sprawdzeniu demonstracji godzinę w swoim pokoju przy tablicy przygotowywał się do wykładu. Raz przytrafiło mi się, że zaspałem, spóźniłem się na ósmą, to nim przyszedłem, już szukał zastępcy do demonstrowania na wykładzie. Warto nadmienić, że w tym czasie za jedną godzinę wykładu Profesora liczone mi jako demonstratorowi dwie godziny do pensum.

Na ścianie w sali wykładowej był galwanometr zwierciadlany i termopary z przewodami, które – oczyszczone wieczorem – rano już często były zaśniedziałe. W związku z tym było trochę kłopotów, ale Profesor w obecności studentów bardzo elegancko się zachowywał i nie robił żadnych uwag, jeśli nawet coś się nie udawało. W jednym eksperymencie chodziło o promieniowanie termiczne. Do tego była przygotowana puszka po konserwach z jednej strony poczerniona, z drugiej błyszcząca. Nalewało się wody i były dwa termometry gazowe z banieczkami szklanymi o płaskich dnach. Niefortunnie przyduśiłem jedną z nich i pękła. Profesor dyskretnie pokazał mi, co mam zrobić, a studenci nawet nie zauważyli, że coś się stało.

Jak wykladał Profesor? Czy wymagał obecności na wykładach? Wtedy była dyscyplina – starosta miał zeszyt z dziekanatu i co godzinę sprawdzał obecność, a z dziekanatu przychodzili wyrzykowo i sprawdzali starostę, czy wypełnia swoje obowiązki, czy wszystkich, którzy byli nieobecni, pozapisywał. Jeśli ktoś nie był kilka razy, to kierowany był na komisję dyscyplinarną. Profesor Rayski był przez jakiś czas przewodniczącym tej komisji i nieobecni musieli się usprawiedliwiać. Uważam, że tak powinno być, zwłaszcza w przypadku studentów pobierających stypendia. Jeśli inni za porównywalne pieniądze muszą chodzić codziennie do pracy i odbijać kartę obecności, to obecność studentów na zajęciach powinna być również wymagana.

Materiał z wykładów Profesora Jabłońskiego nie należał do łatwych do zrozumienia. Przez te cztery semestry moich zajęć, kiedy studiowałem, tylko raz opuściłem wykład z powodu wyjazdu do rodziców na młockę. Na wykładzie wtedy Profesor omawiał przemiany alotropowe. Aby nadrobić zaległość, uczyłem się z notatek kolegów, z różnych książek, jednak nic nie zastąpiło wysłuchania wykładu.

Profesor był bardzo opiekuńczy. Dbał o swoich podwładnych i współpracowników. Zgadzał się na przykład, aby młodzi asystenci mieszkali w gmachu Instytutu Fizyki. Kiedy przeniosłem się do Bydgoszczy, parę razy pytał, czy dobrze tam się czuję i jestem zadowolony ze zmiany, czy nie chciałbym wrócić do Torunia.

Profesor był ambitny i dumny; surowy, wymagający, ale nie pamiętam, żeby wpadał w złość. Był Mistrzem, Autorytetem. Dzisiaj też istnieją autorytety, ale ich nie widać; wielu jest autorytetami tylko dla samych siebie!

## Uzupełnienie 2: Okruchy wspomnień altowiolisty\*

*Mama była pianistką i akompaniowała mu przy wspólnym cowieczornym graniu. Prędko też Ojciec skompletował sobie w Toruniu amatorski kwartet smyczkowy (ze wspomnień Danuty Jabłońskiej-Frąckowiak Na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w latach 1946–1966 (Wydawnictwo UMK, Toruń 2006)).*



MAREK WAKARECY, urodzony w 1951 r. w Toruniu; absolwent Matematyki Uniwersytetu Mikołaja Kopernika (1973) oraz Szkoły Muzycznej II stopnia w klasie altówki (1976). Po ukończeniu studiów pracował przez 10 lat w Instytucie Maszyn Matematycznych, współpracując jednocześnie z Toruńską Orkiestrą Kameralną. W latach 1977–2006 był nauczycielem gry na skrzypcach i altówce w Zespole Szkół Muzycznych w Toruniu. W latach 1990–98 był radnym Rady Miasta Torunia. W latach 1994–2007 pełnił funkcję dyrektora naczelnego Toruńskiej Orkiestry Kameralnej, która w roku 2006 została przemianowana na Toruńską Orkiestrę Symfoniczną. W roku 1997 był współorganizatorem (z Jerzym Salwarowskim) międzynarodowego letniego festiwalu „Toruń – Muzyka i Architektura”, a w 2005 r. współorganizował (z Cezarym Zychem) Międzynarodowy Festiwal Haendlowski. Obecnie pracuje w Departamencie Kultury i Dziedzictwa Narodowego Urzędu Marszałkowskiego w Toruniu.

**Lidia Smentek [LS]** – Kto grał w kwartecie za Pana czasów?

**Marek Wakarecy [MW]** – Pierwsze skrzypce – Pan Profesor, drugie skrzypce – mecenas Mieczysław Dąbrowski, altówka – Marek Wakarecy, wiolonczela – Jerzy Kubrycht.

Profesor, opowiadając o swoim życiu muzycznym, wspominał również, jak to się stało, że został fizykiem, a nie muzykiem zawodowym. Studiował równocześnie fizykę i skrzypce u słynnego Stanisława Barcewicza (uczącego się kompozycji pod kierunkiem Piotra Czajkowskiego i nauczyciela Mieczysława Karłowicza). Po studiach miał propozycję pracy na uniwersytecie i jednocześnie grania w orkiestrze Teatru Wielkiego w Warszawie (gdzie w latach 1921–26 grał pod dyrekcją Emila Młynarskiego, wybitnego dyrygenta). Profesor wyjaśniał wybór kariery bardzo prosto; rozmawiał z małżonką, a w wielu sprawach ona miała decydujący głos i za jej radą wybrał bardziej konkretny zawód fizyka.

Przez całe życie Profesor był bardzo przywiązany do skrzypiec i na dłużej nie odkładał instrumentu. Zresztą to jest bardzo wymagający instrument i po dwutygodniowej przerwie już się słyszy, czuje się przerwę w ćwiczeniach; gra na skrzypcach to nie jest jak jazda na rowerze czy łyżwach, że po 40 latach można wrócić i świetnie sobie radzić. W grze na skrzypcach wymagany jest trening, zresztą podziwiam Profesora, że prawie do końca swojego życia grał.

Grania się oczywiście nie zapomina, ale organizm się starzeje i możliwości techniczne słabną. Nie ma co tego

ukrywać, że efekty tego było też słycać w grze Profesora; to nie było nieskazitelne granie, ale nie tylko o to w muzykowaniu chodzi! Tylko Dawid Ojstrach był tak uzdolniony, że najlepsze nagranie koncertu Brahmsa zrobił, kiedy miał 65 lat; w mojej opinii to jest modelowe nagranie koncertu Brahmsa. Ale to był wyjątek. Generalnie im starszy człowiek, tym ma więcej doświadczenia, lepiej interpretuje utwór, ale starzenia się organizmu nie można uniknąć, bo słycać na przykład drzenie smyczka. Najlepszym na to dowodem jest ostatnie nagranie suit Bacha na wiolonczelę solo przez Pabla Casals, klasyka uznanego za króla wiolonczeli. Blisko 90-letni Casals nagrał wszystkie suity wiolonczelowe. Słycałem tego jako młody chłopak, komentując: – By się wstydził, co chwilę zahacza inna struna! – Dla młodego człowieka było to poza wyobrażeniem, że można nagrać takie marne wykonanie. Jednak potem, z upływem lat, zrozumiałem, że zupełnie nie o stronę techniczną wykonania chodzi. Głównie chodziło o to, że w tym nagraniu było słycać, co Casals chce przekazać w tej muzyce, że chce pokazać, jaka jest właściwa jej interpretacja. Mając 90 lat, przekazywał interpretację utworu, a techniczne aspekty wykonania nie miały znaczenia, bo w takim zaawansowanym wieku nie można już oczekiwać perfekcji.

**LS** – Jak to muzykowanie było zorganizowane? Obiad? Słuchacze? Próby? Miejsce?

**MW** – Najpierw było granie. Grało się jakby w dwóch częściach. Najpierw graliśmy coś na rozgrzewkę, jakiś kwartet Mozarta, Beethovena czy coś innego, na przykład Purcella (jak pan Jurek [Kubrycht] podkreśla w swo-

\*Rozmowa Lidii Smentek z Markiem Wakarecy przeprowadzona 24 października 2007 r.

ich wspomnieniach, Profesor lubił kompozycje Purcella). Grało się przez mniej więcej półtorej godziny, a potem była kolacja, przyzwoita kolacja jak na tamte czasy. Profesor przynosił gotowe dania ze stołówki w Physicum. Podczas kolacji bardzo dużo się rozmawiało na różne tematy. Potem było dalsze granie, czyli muzykowanie trwało cały wieczór. Grało się wyłącznie dla siebie, natomiast zdarzali się słuchacze okazjonalni, jak na przykład córka mecenasa Dąbrowskiego, polonistka; ja to nazywam muzykowaniem domowym.

Muszę przyznać, że to muzykowanie bardzo dużo mi dało. Mimo że dużo grałem, nie przypominam sobie utworu, który by się powtórzył, taka była specyfika tego muzykowania. Nigdy nie wiedziałem, co będzie grane. Profesor po prostu kładł nuty i proponował, że dzisiaj zaczniemy od tego... miał całą szafkę nut, wybierał, podawał nam... Tak wyglądało moje pierwsze spotkanie (zresztą pana Jurka też): człowiek przychodzi i nie jest pewny niczego! A na dodatek Profesor miał wyjątkową właściwość muzyczną, mianowicie pamiętał dokładnie tempa, w których powinno się dany utwór grać. Dla niego nie miało znaczenia, że ktoś nie znał danego utworu, w odpowiednim tempie należało go grać i on też się starał w tym tempie grać. Czasami były dyskusje, że może spróbujemy wolniej, żeby odczytać dobrze nuty; Profesor odpowiadał, że tak się tego utworu nie gra. Tempo dla niego, jeśli chodzi o utwór, było bardzo istotne. Dla wielu ludzi bardzo istotne są nuty, żeby je wszystkie dokładnie wygrać, albo dynamika utworu czy jakieś artykulacje; dla Profesora tempo było nieodzowną cechą utworu muzycznego. W wyniku tego ja się nauczyłem przez te kilka lat muzykowania tak czytać nuty, że potem już nic mnie nie zaskoczyło; można było położyć mi jakiegokolwiek nuty i mogłem w czasie rzeczywistym grać bez problemu. To się nazywa grą *a vista*, czyli bez przygotowania; jest to bardzo pomocna umiejętność.

Muzykowanie odbywało się co tydzień i podkreślam, że nie przypominam sobie, żeby jakieś utwory się powtórzyły. Profesor miał szafkę wysokości około półtora metra z dwoma stosami nut i tylko wyciągał i proponował: – A może dzisiaj spróbujemy kwartet Debussy'ego? Albo Brahmsa?

**LS** – Czy Profesor był w trakcie tych spotkań oficjalny, czy raczej prywatny? Czy widział pan Profesora w kapiach... określając prywatność w prozaiczny sposób?

**MW** – Widziałem Profesora w kapiach, czyli prywatnie, po kolacji palił fajkę w kuchni, oczywiście nie w pokoju... Profesor był człowiekiem, który nie stwarzał żadnego dystansu. Oczywiście był dystans z naszej strony, bo był człowiekiem, którego bardzo się szanowało, ale on tego dystansu nie stwarzał.

**LS** – Czy Profesor miał poczucie humoru?

**MW** – Miał wielkie poczucie humoru. Do tego był człowiekiem bardzo skromnym. Kiedyś z wielkim żalem musiał odwołać spotkanie kwartetu, ponieważ dostał kolejne odznaczenie, a dekoracja przypadła właśnie w dzień

naszych spotkań. Miał również bardzo dobrą pamięć, nawet w błahych sprawach. Na pierwszym naszym spotkaniu była kolacja i w jej trakcie zapytał: – Panie Marku, spróbuj pan śledzia? – Podziękowałem, bo właśnie tego dnia nie miałem ochoty na śledzia w oleju. Przez następne pięć lat, kiedy tylko brał półmisek ze śledziem w oleju, zaznaczał: – Nie, nie, wiem, panie Marku, pan śledzia nie jada. – Dopiero po pięciu latach ośmieliłem się powiedzieć: – Panie Profesorze, na tym pierwszym spotkaniu nie miałem tylko na śledzia ochoty, ale teraz chętnie go zjem! – Nie, to nie były oficjalne spotkania.

**LS** – Czy przytrafiło się Panu nie zjawić na umówione spotkanie? Jakie były tego konsekwencje?

**MW** – Nie przypominam sobie. Oczywiście po to jest telefon, żeby uprzedzić, i zawsze był Profesor dostępny telefonicznie. Z pewnością w ciągu tych lat był taki wieczór, że mnie nie było, raczej też nie chorowałem, ale nie przypominam sobie szczególnych okoliczności.

**LS** – Czy w czasie muzykowania z Profesorem czuł pan różnicę pokoleń? Pan wtedy był młodzieńcem dwudziestoparoletnim, a gospodarz muzykowania siedemdziesięcioletnim szacownym Profesorem.

**MW** – Nie, nie czułem. Mówiąc prawdę, wtedy byłem w takim wieku, że nie odczuwałem skrępowania w obecności żadnego profesora. Zresztą w muzyce, jak się siada i gra w zespole, to nie ma profesorów. Każdy się stara grać dobrze, choć może popełniać błędy, każdy się dostosowuje, bo w kwartecie smyczkowym decydujący jest pierwszy skrzypek. On dyktuje wszystko i zawsze, jest tak ważny, jak dyrygent w orkiestrze. Ten, kto gra pierwsze skrzypce, jest tym niepodważalnym autorytetem – w sensie muzycznym; on decyduje, kiedy zacząć, jak grać, a pozostali członkowie zespołu mogą tylko sugerować, żeby na przykład powtórzyć jakąś część utworu, bo nie zagrało się dobrze. W muzyce jest ustalona bardzo prosta hierarchia i nie ma żadnej demokracji! Z pierwszym skrzypkiem, tak jak z dyrygentem orkiestry lub koncertmistrzem, nie dyskutuje się... i nie powinno się dyskutować.

**LS** – Czy widział pan Profesora przy zajęciach domowych, na przykład w kuchni?

**MW** – Oczywiście – w mieszkaniu Profesora nie było nikogo więcej! Profesor przygotowywał wszystko – kiedy ja byłem członkiem kwartetu, małżonka Profesora już nie żyła. Faktycznie była pani, która przychodziła do Profesora i w dużej części pewnie przygotowywała te kolacje. Kiedy my przychodziliśmy, w kuchni na stole było wszystko przygotowane, siadaliśmy, żeby grać... ale te wszystkie herbaty–nieherbaty przygotowywał sam Profesor.

**LS** – Jak wyglądało mieszkanie Profesora?

**MW** – Miało swój styl, chociaż zbyt dużo rzeczy nie pamiętam. W lewo kuchnia, na wprost pokój... Pokój, w którym graliśmy, był raczej urządzonej tradycyjnie i nowych mebli w nim nie było. W tamtych czasach spotykało się jeszcze meble przedwojenne. Profesor mówił, że jakieś przedmioty zrobił mu stolarz UMK. Zamiast mebli



pamiętam za to instrumenty. Pan Jurek Kubrycht grał na wiolonczeli, która była Profesora. Ta wiolonczela nie była duża, nie pełnych wymiarów, chyba to była połówka, ale bardzo dobrze brzmiała; czarna wiolonczela, która miała jeszcze jelitowe struny – wtedy to nie była rzadkość. Zdaje mi się, że przez jakiś czas, choć dobrze nie pamiętam, grałem na altówce Profesora, a potem przynosiłem swoją. Tak mi się wydaje... tyle lat minęło, więc dokładnie nie pamiętam. Gdybym nie przeczytał wspomnień pana Jurka, to wielu rzeczy sam bym sobie nie przypomniał; teraz obrazy odtworzyły mi się w pamięci.

**LS** – Jak scharakteryzowałby pan Profesora w kilku słowach?

**MW** – Nie potrafię w kilku słowach scharakteryzować osoby, nie mam takiej zdolności, jaką posiada powieściopisarz, który potrafi określić człowieka. Natomiast z mojego punktu widzenia, co bardzo mi się podobało, to to, że Profesor miał zawsze ściśle określoną interpretację muzyczną w głowie i ciężko było nawet dyskutować z jego wizją. Podobnie jest, jak człowiek czyta powieść, zamknie oczy i opowie, jak film na niej oparty powinien wyglądać. Tak było z utworem muzycznym w przypadku Profesora; dokładnie wiedział, bo albo grał ten właśnie utwór trzydzieści lat wcześniej, albo pamiętał interpretację i to bardzo dokładnie.

Ja wiem, że Profesor fundował bilety i nie tylko fundował, ale wymagał od asystentów chodzenia na koncerty. Nieraz rozmawialiśmy na te tematy, bo to miało też związek z salą Dworu Artusa; Profesor też miał swój pogląd na temat akustyki tej sali.

Ale wracając do pani pytania: jeżeli człowiek nie dostrzegał się specjalnego dystansu w relacjach, które mogłyby paraliżować, to można było bardzo dużo się dowiedzieć, bo Profesor był bardzo otwarty i szczerzy. Nigdy nie

zauważyłem, żeby cokolwiek owijał w bawełnę, popularnie mówiąc. To była taka szczerłość mniej więcej jak... Czy znała pani profesora Jeśmanowicza? Studiowałem matematykę i opowiadali mi koledzy, że paru asystentówjechało z nim chyba do Warszawy na sympozjum, seminarium czy kongres, nie wiem dokładnie co. Po drodze gdzieś się zatrzymali w małej miejscinie, gdzie był mały sklepik. Profesor Jeśmanowicz wszedł, asystenci z uszanowaniem za nim; Profesor coś kupił i potem poprosił: – Pani zważy jeszcze 15 deko cukierków dla chłopców.

Na pewno w czasie grania był ten wzajemny stosunek między nami inny niż w Instytucie, bo na dobrą sprawę nie miałem zielonego pojęcia, co Profesor robi w Instytucie Fizyki. Wiedziałem, że go zakładał, że tam przez dłuższy czas mieszkał, na Grudziądzkiej, o czym pan Jurek [Kubrycht] mi opowiadał. Profesor nawet opowiadał, jak to mieszkanie tam wyglądało. Wtedy, kiedy ja muzykowałem z Profesorem, Profesor już w Instytucie nie mieszkał. Najpierw Profesor mieszkał na Sienkiewicza, róg Broniewskiego i Sienkiewicza, gdzie teraz jest Wydział Sztuk Pięknych, wejście od Broniewskiego (tam mieszkał też profesor Zabłocki, członek kwartetu), potem w Instytucie, a kiedy ja chodziłem do Profesora, mieszkał już na Osiedlu Młodych.

Trudno mi określić Profesora; na pewno był sympatyczny, szczerzy i miał konkretne zdanie w zasadzie na każdy temat. Nie był człowiekiem niezdecydowanym, ale jednocześnie nie był narzucający się. To nie był ten typ człowieka, który swoje zdanie musi narzucić. Posiadanie konkretnego zdania nie znaczyło, że każdy musiał się z nim zgadzać. Chociaż w muzyce jest sytuacja bardzo prosta, bo, jak wspomniałem, jest określona hierarchia, której się nie podważa i nie dyskutuje; a Profesor był przecież Pierwszym Skrzypkiem!



---

LIDIA SMENTEK – fizyk, studia w Instytucie Fizyki UMK w Toruniu, zatrudnienie w macierzystym Instytucie od roku 1971 jako asystent; doktorat 1979, habilitacja 1993; adiunkt w IF UMK od 1979 r., profesor na Uniwersytecie Vanderbilta w Nashville od 1994 r.; przeszło 100 publikacji i dwie książki; Member-at-Large, Executive Committee, Forum on International Physics, American Physical Society; członek: PTF, European Rare Earth Society, European Platform of Women Scientists, American Association of University Women.

## Jerzy Prochorow (1938–2006)

Pora umierania przyszła dla Jurka jesienią 2006 r. Odchodził powoli, na oczach całego instytutu, Instytutu Fizyki PAN, w którym pracował nieprzerwanie od roku 1962, a gdzie był jeszcze ostatniego dnia swojego życia. Zmarł 26 października 2006 r. Dla każdego, kto w tych tygodniach obserwował zmagania się Jurka z wciąż narastającą słabością, musiało być oczywiste, jak twardym i nieustępliwym był człowiekiem.

Dobrze poznaliśmy te jego cechy wtedy, kiedy kierował naszym Zespołem Fotofizyki Molekularnej, kiedy cierpliwie i z uporem zdobywał aparaturę dla zespołu, ale też wtedy, kiedy zgrzytaliśmy zębami podczas dyskusji przy pisaniu prac i artykułów. Walczył o swoje zdanie niesłuchanie zaciekłe – tak długo, jak tylko pozwalał na to rozum, ale też nie dłużej. Taki sam był zresztą w dyskusjach na dowolne tematy, wtedy jednak odślaniał się człowiek wesoły, przekorny i błyskotliwy, niezależny w myśleniu, trudny do „przegadania” zarówno ze względu na swoją ogromną sprawność językową, jak i wiedzę ogólną. Otwarty na świat, czytany i pełen fantazji, miał zawsze coś do powiedzenia. Opowiadał też wiele historyjek, często z własnego życia; niektóre z nich, powtarzane i ubarwiane, stawały się z czasem opowieściami kultowymi.

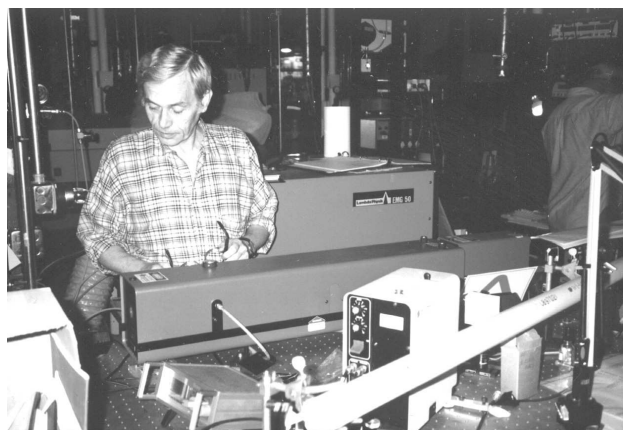
Urodził się 14 kwietnia 1938 r. w Siedlcach w rodzinie nauczycielskiej.

Pracę naukową zaczął pod kierunkiem prof. Andrzeja Tramera, badając widma elektronowe cząsteczek oraz jonów w fazie ciekłej i gazowej. Celem tych badań było poznanie struktury elektronowej silnych akceptorów elektronu. Kolejnym tematem, którym się zajął, a który okazał się tematem życia, były specyficzne oddziaływania w kompleksach elektrono-donorowo-akceptorowych (EDA). To zagadnienie, traktowane wówczas jako mały fragment tematyki słabych oddziaływań międzymolekularnych, przerosło się w odrębny kierunek badań.

Historia naszego kraju ułożyła się tak, że do prowadzenia tych badań, a co więcej – do kierowania zespołem dane mu było wystartować zaraz po doktoracie, w osamotnieniu, bez wsparcia opiekuna naukowego, ze słabym wyposażeniem aparaturowym. To było duże wyzwanie, z którym znakomicie się uporał.

Kiedy dzisiaj przegląda się dorobek naukowy zespołu, którym kierował Prochorow, z jednej strony uderza wielostronność, ale z drugiej konsekwencja w prowadzeniu badań. W pierwszym ich okresie poszukiwano jak najpełniejszego obrazu struktury i oddziaływań w kompleksach EDA, umieszczanych w różnych środowiskach i „ogładanych” z wielu punktów widzenia, tzn. za pomocą różnych metod badawczych. W kolejnym etapie dominowała problematyka wpływu ośrodka na własności kompleksów, a w ostatnim można się już było zająć fotofizyką układów EDA. Tak więc te badania nie były tylko gromadzeniem danych o podstawowych własnościach kom-

pleksów; stale szukano odpowiedzi na pytania o zjawiska, o oddziaływanie z otoczeniem, o ewolucję stanów wzbudzonych, o rozpraszanie energii wzbudzenia w układach EDA. Echa tej tematyki odnajduje się dzisiaj w pracach ludzi z jego zespołu, pracach dotyczących zarówno fotostabilności cząsteczek i kompleksów o znaczeniu biologicznym, jak i obserwacji losów pojedynczo wzbudzonych cząsteczek jako sond ich nanootoczenia, czy wreszcie własności wzbudzonych stanów molekularnych.



Jerzy Prochorow w laboratorium (1991 r., fot. Józef Dresner)

Badaniami objęto wiele kompleksów, w których akceptorami elektronu były cyjanoetyleny, cyjanobenzeny, bezwodniki kwasów czterochloroftalowego i piromelitowego, a donorami elektronu – metylobenzeny oraz dłuższe węglowodory aromatyczne. Doświadczenia prowadzono w roztworach, w fazie gazowej, w kryształach, w matrycach gazów szlachetnych, w wiązkach naddźwiękowych. Rejestrowano widma absorpcji, fluorescencji, fosforescencji, opóźnionej fluorescencji, elektronowego rezonansu paramagnetycznego oraz optycznej detekcji rezonansu magnetycznego. Wyznaczano energie i stałe szybkości przejść, polaryzacje przejść, wydajności emisji, szerokości pasm i ich zależności od temperatury, sztywności ośrodka, polarności rozpuszczalnika. Zajmowano się efektami deuterowania i podstawiania ciężkimi atomami składników kompleksu. Wszystkim pracom doświadczalnym towarzyszyły prace teoretyczne.

A wszystko zaczęło się od pytania, czy kompleksy z przeniesieniem ładunku, o których wiadomo było, że są tworzone w roztworze, mogą powstawać w fazie gazowej, bez udziału rozpuszczalnika. Twierdząca odpowiedź, uzyskana przez Prochorowa i Tramera w trudnym doświadczeniu (tego typu pomiary, jako czasochłonne i wymagające ogromnego wkładu pracy, do dziś nie są zbyt częste) jest nadal przytaczana w monografiach przedmiotu.

Porównanie wyników z fazy gazowej i roztworu pozwoliło postawić problem rozpuszczalnika jako zaburzenia, a wątek ten był kontynuowany w pracach zespołu przez wiele lat, początkowo w prostym mechanicznym modelu klatkowania, później w modelu bardziej rozwiniętym, z uwzględnieniem lepkości ośrodka i jego własności dielektrycznych.

Niezależnie od tego w kręgu zainteresowań zespołu pojawił się inny rodzaj ośrodka, a mianowicie organiczne kryształy kompleksów EDA i zagadnienie migracji energii wzbudzenia w tych kryształach.

U podstaw badań nad luminescencją układów EDA był jej brak w przypadku wielu kompleksów w fazie ciekłego roztworu i nagminne występowanie w niskich temperaturach. Jednocześnie odkryto ekscypleksy, grupę układów EDA stabilnych jedynie w stanie wzbudzonym, za to mocno świecących w roztworach. Powiązanie wszystkich tych faktów doświadczalnych w jeden schemat kinetyczny, opisujący powstawanie i rozpad układów EDA w stanie podstawowym i wzbudzonym, z uwzględnieniem wpływu ośrodka na szybkości wielu procesów promienistych i bezpromienistych składających się na ten schemat, zajęło wiele lat.

W trakcie tych prac pojawiła się konieczność zbudowania wielu przyrządów (fluorymetru fazowego, fosforymetru, fluorymetru impulsowego pracującego z laserami impulsowymi, układów do badania widm rozdzielonych w czasie i ich polaryzacji, układów zliczania fotonów), opracowano technologie hodowli kryształów organicznych. Jednocześnie powstawały modele teoretyczne, oparte na obliczeniach coraz bardziej zaawansowanymi metodami chemii kwantowej.

W rezultacie tych wszystkich zabiegów powstało blisko sto publikacji naukowych, a z nich wyłonił się dość spójny obraz procesów we wzbudzonych stanach układów EDA, czego dowodem są cytowania i prace, w których autorzy posługują się naszymi modelami i metodologią.

Choć nie czas i miejsce tu na bardziej szczegółowe omawianie tych wszystkich zagadnień, na podkreślenie zasługuje fakt utrzymania spójności w badaniach prowadzonych przez poszczególnych członków zespołu, co niewątpliwie było zasługą kierownika zespołu. Oczywiście w miarę upływu lat młodzież dorasta i pragnie pracować „na swoim”. To nieuchronne i takie tarcia pojawiły się także w zespole Prochorowa. Nie walczył jednak zbyt ostro o zachowanie dominacji – sytuacja szybko przechodziła do fazy wspierania przez niego nowych kierunków badań.

Był opiekunem dziewięciu prac magisterskich i promotorem dziewięciu doktoratów, a także recenzentem wielu doktoratów i prac habilitacyjnych, cenionym recenzentem dorobku przyszłych profesorów. Prowadził wykłady monograficzne na Uniwersytecie Warszawskim, a także w ramach Szkół Spektroskopii organizowanych przez Komitet Spektroskopii PAN. Jednak za najważniejsze w jego działalności dydaktycznej należy uznać seminaria: Spektroskopii Molekularnej, prowadzone samodzielnie w IF PAN, oraz Międzyinstytutowe Seminarium Spektroskopii Molekularnej i Fotochemii, którym kiero-

wał wspólnie z profesorami Zbigniewem R. Grabowskim z IChF PAN i Kazimierzem L. Wierzchowskim z IBB PAN. Były to znakomite seminaria, gdzie prezentowano zarówno osiągnięcia światowe, jak i prace własne, podczas których odbywały się poważne dyskusje, niejednokrotnie z udziałem wielu znakomitości ze świata. Niedawny przegląd zachowanych ogłoszeń o tych seminariach zaskoczył nas, wykazując, jak wielu zagranicznych gości można było posłuchać na tych seminariach, nawet w czasach, kiedy nasz kraj był jeszcze za żelazną kurtyną. Było to zasługą wszystkich trzech kierowników. W tym gronie Prochorow był najmłodszy, ale warto przypomnieć o jego odważnym, zdecydowanym wejściu w świat międzynarodowej nauki, o nawiązywaniu licznych kontaktów w Europie, USA, Kanadzie i Japonii, o zaznaczaniu swojego istnienia podczas licznych dyskusji toczonych na rozmaitych kongresach i zjazdach, wreszcie o wielkim, wieloletnim sporze naukowym (w atmosferze wzajemnego szacunku) z prof. Noboru Matagą na temat procesów EDA, w którym argumentami były kolejno ukazujące się artykuły.

Czas zajmowania się wyłącznie Zespołem Fotofizyki Molekularnej to okres całkowitego skupienia się Jurka na nauce i jego największych osobistych sukcesów naukowych. To czas, kiedy wyniki pomiarów nosił ze sobą jako coś najcenniejszego. Były one analizowane od początku do końca i od końca do początku, ponieważ zawsze było w Jurku wiele krytycyzmu. Zbudowaną z największym trudem aparaturę traktował wtedy z zaborczą czułością (siały postrach wśród sprzątaczek, którym zakazywał wchodzenia bez nadzoru do pomieszczeń pomiarowych).

Oprócz działalności naukowej była też inna nić w jego życiu – działalność społeczna. Czas zmian w kraju zastał go jako działacza ZNP. W związku z tą działalnością zdobył pewną popularność w instytucie i szybko okazało się, że w jej rezultacie stanął przed dużym dylematem. Został wskazany w wyborach na dyrektora instytutu jako najlepszy kandydat, a ówczesne władze tego wyboru nie zakwestionowały. Tuż przed rozpoczęciem kadencji ogłoszono stan wojenny – objęcie stanowiska dyrektora w tych warunkach było przyjęciem zaproszenia do odbycia swoistego tańca na linie. Przyjął je.

Chyba każdemu w chwili obejmowania funkcji dyrektora wydaje się, że uda mu się pogodzić nowe zajęcie ze starymi obowiązkami, ale czy jest to możliwe? Naszemu zespołowi to jego dyrektorowanie zaszkodziło, bo choć nadal pracowaliśmy razem, to jednak w zmienionym już tempie i priorytetach – jego pasją stał się Instytut.

Trudny okres stanu wojennego i lat następnych nikogo nie pozostawił niezmiennym, także i Jurka. Przyszło mu przekonać się, że dawne modele już nie pracują, że wielu ludzi nie rozumie go, tracił pogodę ducha, stał się bardziej zamknięty w sobie. Zawsze jednak był i pozostał przyzwoitym człowiekiem. Sytuacja w latach jego dyrektorowania była zupełnie nietypowa, niemniej po swoich dwóch kadencjach (1982–92) oddał Instytut w niezłym stanie ogólnym.

Opowiadając o Jurku, nie sposób pominąć milczeniem jego działalności popularyzatorskiej. Bez wątpienia

miał temperament pisarski, elegancki styl i bardzo dbał o precyzję wypowiedzi. Stale współpracował z PWN-em. Przekładał książki z angielskiego i rosyjskiego (kilkanaście pozycji, poczynając od *Momentów dipolowych w chemii organicznej* autorstwa Minkina i innych, poprzez *Molekularną mechanikę kwantową* Atkina, podręczniki Hakena i Wolfa, a kończąc na *Fizyce XX wieku* Suplee i czwartym tomie podręcznika Hallidaya, Resnicka i Walkera), pisał opracowania monograficzne, redagował książki. Był też członkiem Komitetu Redakcyjnego *Encyklopedii fizyki współczesnej*, opracowywał hasła dla *Encyklopedii fizyki*, *Encyklopedii chemii* oraz *Encyklopedii powszechnej*.

W ostatnich latach wiele czasu i zaangażowania poświęcił redagowaniu *Acta Physica Polonica A* (był redaktorem naczelnym w latach 1991–2006).

Był przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu Fizyki PAN w latach 1998–2006, a także członkiem Komitetu Fizyki PAN i Komitetu Spektroskopii PAN oraz rad naukowych Instytutu Fizyki Molekularnej PAN i Instytutu Chemii Fizycznej PAN, należał do Polskiego i Europejskiego Towarzystwa Fizycznego oraz European Photochemistry Association. Naszym Zespołem Fotofizyki Molekularnej kierował od 1969 r. aż do dnia śmierci.

A z tego, co zwykle pomijane jest milczeniem: wielbiciel kotów, amator win i miodu, palacz papierosów, zapalony kibic piłkarski. . .

Irena Deperasińska, Józef Dresner,  
Bolesław Kozankiewicz, Andrzej Sobolewski  
Instytut Fizyki PAN  
Warszawa

## Alexander Łempicki (1922–2007)

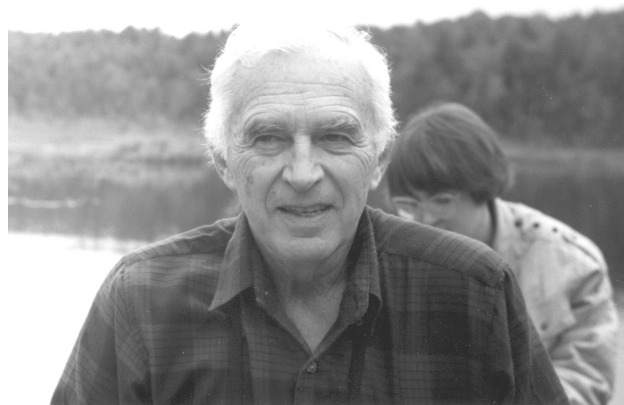
23 grudnia 2007 roku zmarł w Bostonie Alexander Łempicki, fizyk, były profesor Uniwersytetu Bostońskiego i były żołnierz AK, uczestnik ruchu oporu na terenie Gór Świętokrzyskich. Alexander Łempicki to twórca i wieloletni kierownik zespołu badawczego w Sylvania Electric Products Inc., a potem w GTE Laboratories Inc. w Bayside w stanie Nowy Jork i w Waltham (Massachusetts), organizator i kierownik „polskiej” grupy badawczej na Uniwersytecie Bostońskim, założyciel firmy ALEM Associates w Bostonie oraz – ostatnio – lider i aktywny członek grupy badawczej w firmie Radiation Monitoring Devices Inc. w Waltham.

Wiele szczegółów z barwnego i bogatego życiorysu Alexandra Łempickiego czytelnik może znaleźć w wywiadzie, którego udzielił *Postępom Fizyki* w roku 1996 (47, 463 (1996)); wspomnimy zatem tylko krótko o sprawach najważniejszych.

Urodził się 26 stycznia 1922 r. w Warszawie. Był jednym z wychowanków znanej przedwojennej szkoły w Rydzynie, gdzie fizyki uczył Arkadiusz Piekara, który wywarł wielki wpływ na młodego adepta fizyki. Profesor Piekara pomagał Łempickiemu także w późniejszych czasach, podczas okupacji niemieckiej i krótko po wojnie. Kontakt utrzymywali przez wiele lat, do śmierci Profesora w roku 1989.

Alexander Łempicki opuścił Polskę po ucieczce z więzienia UB w Ostrowcu Świętokrzyskim i krótkim pobycie w Krakowie, gdy zorientował się, że sytuacja staje się dla niego bardzo niebezpieczna (w tym czasie zwolnienie z poboru do wojska polskiego załatwił mu Arkadiusz Piekara). Po krótkim pobycie we Włoszech przeniósł się do Anglii, gdzie podjął studia fizyczne w Imperial College w Londynie (licencjat), które kontynuował w Birkbeck College, pracując jednocześnie w Electronic Tubes, Ltd. (praca magisterska pod kierunkiem W. Ehrenberga). Z tego

okresu pochodzi też jego pierwsza opublikowana praca na temat emisji elektronowej (*Nature* **167**, 813 (1951)). Na początku roku 1955 przeniósł się z żoną Niną do Stanów Zjednoczonych, gdzie podjął pracę w laboratoriach Sylvania (potem GTE) w Bayside w stanie Nowy Jork. Doktorat ukończył i obronił w 1960 r. w Imperial College.



Alexander Łempicki ok. roku 1989 (rozlewisko w okolicach Chesterfield w Zachodnim Massachusetts, w łódce za nim zona autora wspomnienia – ze zbiorów A.J. Wojtowicza)

Okres spędzony w laboratoriach GTE poświęcony był głównie laserom cieczowym. Wtedy to właśnie Alexander Łempicki, wraz z Haroldem Samelsonem i Charlesem Brecherem, opracował i zbudował pierwszy laser cieczowy na chelatach europu (1963) czy też – w późniejszym okresie – jeden z pierwszych laserów barwnikowych o pracy ciągłej (1970). W tym okresie współpracował także z A. Hel-

lerem, R. Pappalardo, R. Alfano, R. Brophym, L. Risebergiem, L. Andrewsem, S. Nettelem i wielu innymi. Interesował się luminescencją w związkach II–VI, spektroskopią materiałów aktywowanych jonami metali przejściowych i ziem rzadkich, przede wszystkim, ale nie wyłącznie, pod kątem zastosowań do laserów.

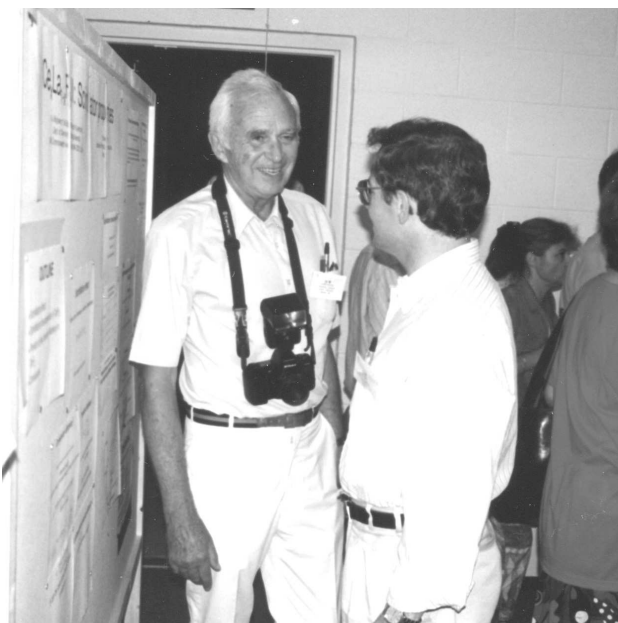
W roku 1983 Alexander Łempicki opuścił laboratoria GTE, przechodząc na emeryturę. Niemal natychmiast zaangażował się w badania naukowe, związuąc się z Uniwersytetem Bostońskim, gdzie, na Wydziale Chemii, zorganizował laboratorium badań materiałów laserowych finansowane z grantów ARO (Army Research Office). W tym też okresie rozpoczęła się współpraca prof. Łempickiego z fizykami z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, którzy przez kolejne lata (1986–2000) pełnili funkcje asystentów i współpracowników Profesora (A.J. Wojtowicz, Cz. Koepke, M. Balcerzyk, D. Wiśniewski, J. Głodo, P. Szupryczyński). W latach 1986–88 przebywał też w Bostonie na stażu podoktorskim dr Mariusz Kaźmierczak z Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu.

W 1990 r., po zaakceptowaniu przez DoE (Department of Energy) pierwszego projektu „scyntylatorowego”, rozpoczął się okres badań materiałów scyntylicyjnych. Za najważniejsze osiągnięcie Profesora w tym okresie uważa należy pomysł zastąpienia itru w YAP, znanym materiale do detekcji promieniowania X oraz  $\gamma$ , przez lutet. Zwiększona gęstość materiału (LuAP) przy zachowaniu dobrych parametrów scyntylicyjnych YAP dawała nadzieję otrzymania bardzo dobrego materiału scyntylicyjnego do detekcji promieniowania  $\gamma$ , w szczególności materiału, który mógłby być wykorzystany w kamerach PET. Dzięki staraniom Profesora pierwsze kryształy LuAP zostały otrzymane i przebadane pod kątem własności scyntylicyjnych już w 1994 r. i niedługo później były oferowane komercyjnie przez firmę Litton Airtron. Dalszy rozwój LuAP-u i badania innych materiałów scyntylicyjnych (w tym ceramik) były finansowane przez kolejne granty z DoE i NIH (National Institutes of Health). W grantach tych w roli kierowników i współkierowników występowali także profesorowie Charles Brecher i Andrzej Wojtowicz, a grupa została wzmocniona przez chemika z Uniwersytetu Wrocławskiego, dra Eugeniusza Zycha.

Laboratorium Profesora w Bostonie było chyba jednym z nielicznych w Stanach Zjednoczonych, w którym na co dzień używano języka polskiego. Było to miejsce, w którym przez wiele lat przebywali i pracowali studenci, doktoranci, doktorzy i profesorowie z Instytutu Fizyki UMK, wykonując pomiary i obliczenia, pisząc prace i projekty naukowe, przygotowując wystąpienia i prezentacje na konferencjach oraz sympozjach naukowych, a także uczestnicząc w zabiegach związanych z finansowaniem projektów naukowych, zabiegach, które umożliwiały prowadzenie skoordynowanych badań w Bostonie i Toruniu.

Współpraca z profesorem Łempickim wywarła wielki wpływ na nas wszystkich; tematyka uprawiana w Bosto-

nie pojawiła się w trzech habilitacjach, sześciu doktoratach i licznych pracach magisterskich obronionych na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UMK, a także stała się wiodącą tematyką Zakładu Optoelektroniki na tym Wydziale i przynajmniej dwóch innych grup naukowych działających w Polsce. W uznaniu wybitnej roli Profesora we współpracy pomiędzy Uniwersytetem Mikołaja Kopernika w Toruniu i Uniwersytetem Bostońskim, Rektor i Senat UMK przyznał profesorowi Łempickiemu w roku 2000 medal „Za zasługi dla rozwoju Uczelni”.



Alexander Łempicki w rozmowie z autorem wspomnienia przy plakacie na międzynarodowej konferencji luminescencyjnej ICL '93 w Storrs (ze zbiorów A.J. Wojtowicza)

Pomimo wielu lat przeżytych na obczyźnie Profesor utrzymywał liczne kontakty z Polską i Polakami. W ciągu kilkunastu lat spędzonych w Bostonie spotykaliśmy w jego gościnnym domu w Bostonie wielu wybitnych twórców polskiej nauki, kultury i sztuki. Interesował się literaturą, malarstwem, muzyką, uprawiał fotografię, był zawsze otwarty na nowe pomysły i idee. Fascynował go rozwój technologii i związane z tym nowe możliwości i horyzonty. Regularnie grywał w tenisa i jeździł na nartach.

Profesor Alexander Łempicki to wybitny Polak, amerykański fizyk o ogromnym i cenionym dorobku naukowym, człowiek zasłużony na polu propagowania i popierania w świecie osiągnięć polskiej nauki, sztuki i kultury. To także człowiek bardzo życzliwy i mądry, chętnie służący pomocą i radą. Na zawsze zachowamy go we wdzięcznej pamięci.

*Andrzej J. Wojtowicz*  
Instytut Fizyki UMK  
Toruń



## Oblicza fizyki – między fascynacją a niepokojem. Rola fizyki w rozwoju naszej cywilizacji i kultury

14 grudnia 2007 r. w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach odbyła się trzecia coroczna dyskusja na powyższy temat. Miałem zaszczyt już po raz trzeci być przewodniczącym jej Komitetu Organizacyjnego. Sprawozdania z dwóch poprzednich zamieszczone są w *PF* 57, 83 (2006) i 58, 184 (2007).

Omawiana dyskusja miała swój temat przewodni: „Fizyka i medycyna”, ale oczywiście nie obyło się bez różnych innych kontrapunktów tematycznych. Celem była – podobnie jak w dwóch poprzednich panelach – kolejna próba ukazania przedstawicielom innych nauk i sztuk, a także całemu społeczeństwu oraz władzom, roli fizyki jako fundamentu naszej cywilizacji i kultury. Chcieliśmy ukazać rozmaite oblicza fizyki, która nie tylko fascynuje, lecz także może wywoływać niepokój, pragniemy bowiem zasypać przynajmniej częściowo rów pojęciowy między fizykami a resztą społeczeństwa wynikający m.in. z tego, że społeczeństwo jest wciąż za mało poinformowane o znaczeniu i osiągnięciach fizyki oraz o tym, jak głęboko nasze życie i egzystencja są zanurzone w morzu pojęć fizyki i urządzeń technicznych wytworzonych w oparciu o jej idee. Proponowany punkt wyjścia – oczywiście w żadnym wypadku nieograniczający inwencji uczestników – stanowiły jak co rok: po pierwsze jej temat, a prócz tego tezy mojego autorstwa (nieco zmienione i uzupełnione w porównaniu z ich pierwotną wersją z pierwszych dwóch Dyskusji) oraz rezolucja Graz Forum on Physics and Society (patrz [www.wyp2005.at](http://www.wyp2005.at), zakładka Graz Forum Physics and Society, wybrać resolution). Nie licząc mówców (patrz niżej), przybyło wielu innych znakomitych gości, m.in. profesorowie: Janusz Janeczek (geolog, rektor Uniwersytetu Śląskiego), Wiesław Banyś (romanista, prorektor UŚ), Edward Kapuściak (fizyk, UŁ i IFJ PAN), Małgorzata Zagórska (chemik, PW), Andrzej Jasiński (pianista, Akademia Muzyczna w Katowicach, przewodniczący jury Międzynarodowych Konkursów Pianistycznych im. Fryderyka Chopina), Wojciech Kilar (kompozytor). Przybyło także wielu innych przedstawicieli nauk przyrodniczych i matematycznych, nauk humanistycznych, w tym filozoficznych i teologicznych, oraz nauk technicznych, łącznie ok. 350 osób.

Program Dyskusji był podzielony na cztery sesje. W pierwszej, zatytułowanej „Medycyna i ewolucjonizm”, prof. Zbigniew Gąsior (kierownik II Katedry i Kliniki Kardiologii, Śląski Uniwersytet Medyczny) przedstawił w swoim wykładzie „Nieinwazyjne i inwazyjne metody diagnostyczne w kardiologii”. Na przykład, metodą inwazyjną jest koronarografia, odpowiadającą zaś jej metodą nieinwazyjną – angiografia komputerowa. Inne nieinwazyjne metody diagnostyczne w kardiologii to: EKG, USG (echo) serca, Holter i rezonans magnetyczny. Drugim mówcą był prof. Stanisław Woś (kierownik II Katedry i Kliniki Kardio-

chirurgii, Śl. U. Med.). Jego wykład „Struktura taśmowa mięśnia sercowego” dotyczył niedawnego odkrycia, że mięsień sercowy jest zwiniętą taśmą pozrastaną w odpowiednich miejscach, co pokazał zresztą w jednym z krótkich filmów, w którym widać było rozwinięcie na taką taśmę martwego ludzkiego serca. W spiralnej strukturze mięśnia sercowego, a więc w zwiniętej przez Naturę taśmie ła-two można rozszyfrować ciąg i spiralę Fibonacciego oraz – oczywiście – złoty podział. Taśma ta jest „utkana” z włókien mięśniowych, z których każde ma kształt złotej spirali Fibonacciego. Prof. Woś wspominał, że w swojej dotychczasowej karierze kardiochirurga miał w swoich rękach ponad 6 tysięcy żywych ludzkich serc, i dodał, że ilekroć trzyma w rękach takie serce, to ma nieodpartą uczucie, iż jest to dzieło Boskie.



Siedzą od lewej: Zbigniew Gąsior i Stanisław Woś, stoi Jerzy Warczewski, siedzi wyżej w głębi Jerzy Łuczka

Następny wykład, „Mikrochirurgia w ortopedii”, wygłosił prof. Leszek Romanowski (kierownik Katedry i Kliniki Traumatologii, Ortopedii i Chirurgii Ręki, Uniwersytet Medyczny, Poznań). Pokazywał on w krótkich filmach różne operacje robione ofiarom wypadków. W szczególności pacjentowi, który miał obcięte wszystkie palce u ręki, zrobiono przeszczepy jego dwóch środkowych palców u nogi w miejsce kciuka i trzeciego palca u dłoni, przez co pacjent zyskał u ręki dwa palce z czuciem. Kolejny wykład „Terapia hadronowa nowotworów” przedstawił prof. Wiktor Zipper (kierownik Zakładu Fizyki Jądrowej, IF UŚ). Hadrony, czyli cząstki złożone z kwarków, dzielą się na dwie grupy: bariony i mezony. Wśród barionów są protony i neutrony, które dobrze nadają się do terapeutycznych naświetlań nowotworów. Jeszcze skuteczniejsze w naświetlaniach terapeutycznych okazują się lekkie jony, zawierające do około dziesięciu nukleonów. Jest już wiele ośrodków na świecie stosujących taką terapię. Ostatnim mówcą na tej Sesji był prof. Adam Łomnicki (Instytut Nauk o Środowisku, UJ). W wykładzie „Złoty wiek biologii ewolucyjnej” skoncentrował się zasadniczo na dwóch tylko mechanizmach ewolucji, tj. na ewolucji genetycznej i na ewolucji społecznej, pokazując ich istotną rolę w procesie ewolucji.

Sesja II zatytułowana „Astronomia, kosmologia, Ziemia” to był już zupełnie inny świat. Pierwszym mówcą był tu dr Stanisław Bajtlik (CAMK), który przedstawił wykład „Złoty wiek astronomii”. Mówił przede wszystkim o różnych „oknach na Wszechświat”, tj. o różnych rodzajach astronomii i ich osiągnięciach. Chodzi tu o astronomię światła widzialnego, radioastronomię, astronomię rentgenowską, astronomię promieniowania  $\gamma$  i wreszcie astronomię fal grawitacyjnych, która ma wielką szansę na realizację w najbliższym czasie. Informacje o Wszechświecie dostarczone przez te różne rodzaje astronomii uzupełniają się i dają znacznie pełniejszy obraz Wszechświata niż każda z nich z osobna. Drugi mówca w tej Sesji – prof. Roman Juszkiewicz (CAMK) – w wykładzie „Kosmologia współczesna” przedstawił w zasadzie historię Wszechświata, koncentrując się na ukazaniu roli ogólnej teorii względności Einsteina i prawa Hubble’a w opisie kolejnych faz ewolucji Wszechświata. Kolejnym mówcą w tej Sesji był prof. Andrzej Jamiołkowski, rektor Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, który przedstawił wykład „O koncepcji czasu w mikroświecie”. W swojej „krótkiej historii czasu” mówca opisał najpierw czasoprzestrzeń Galileusza oraz Minkowskiego–Einsteina, po czym mówił o pojęciu równoczesności oraz teorii grawitacji Newtona i Einsteina, w tym również o krzywiznie czasoprzestrzeni. Następnie wspominał o twierdzeniu Liouville’a, o układach złożonych i ich ewolucji i wreszcie o splątaniu stanów kwantowych jako mechanizmie teleportacji, czyli kwantowego przekazu informacji, a także o prostej drodze prowadzącej stąd do idei komputerów kwantowych. Ostatnim mówcą w tej Sesji był prof. Kazimierz Różański (kierownik Zakładu Fizyki Środowiska, AGH). Jego wykład nosił tytuł „Gwałtowne zmiany klimatu – mit czy rzeczywistość?”. Z przeprowadzonej przez niego analizy raportów rozmaitych międzynarodowych gremiów, w tym także raportów Międzyrządowego Panelu ds. Zmian Klimatu, wynikają wnioski o konieczności obserwacji topniejących lodowców czy też o konieczności redukcji emisji dwutlenku węgla do atmosfery. Z analizy pomiarów przeprowadzonych w ciągu ostatnich 150 lat wynika – mimo zaobserwowania krótkich okresów gwałtownych zmian klimatu – że następuje stopniowe ocieplenie, ale żadnych gwałtownych zmian klimatu raczej nie będzie. Z drugiej strony mówca stwierdził, że stoimy w „punkcie bifurkacji” (na rozdrożu) i nie jest jeszcze w tej chwili pewne, którą z możliwych dróg pójdziemy.

Sesja III pod tytułem „Informacja kwantowa, artystyczna i cywilizacyjna” zaczęła się po obiedzie wykładem, który wygłosił prof. Krzysztof Zanussi, reżyser filmowy i teatralny (Wydział Radia i Telewizji, UŚ). Piętno uroku wykład „Życie jest formą istnienia białka, tylko w kominie czasem coś załka” (tytuł wzięty z tekstu piosenki „Nie ma szatana” Agnieszki Osieckiej z muzyką Andrzeja Zielińskiego) zawierał rozważania mówcy na temat dwoistości naszego myślenia, które dzieli się na część racjonalną i część nieracjonalną. Ta dwoistość polega również na tym, że oprócz rozumu możemy mieć także i wiarę. Mówca stwierdził, że aktualny stan naszej rzeczywistości jest taki, że żyje się nam – jak nigdy dotąd – dobrze i że ta

powszechna sytość oraz powszechna antykoncepcja stanowią przełom w życiu ludzkości. A to, co nas czeka – czy nowy holokaust, czy głód, czy zmiana klimatu – pozostaje wielką niewiadomą, bo żyjemy na rozdrożu. Drugim mówcą w tej Sesji był prof. Ryszard Horodecki (kierownik Zakładu Optyki i Informacji Kwantowej, Instytut Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki, Uniwersytet Gdański). Przedstawił on wykład „Kwantowa informacja: komercyjny sukces i intelektualne upokorzenie”. Na wstępie swego wykładu przypomniał podstawy mechaniki kwantowej, a potem omówił kwantową kryptografię oraz kwantową teleportację i zauważył, że te niezwykle zjawiska właściwie upokarzają naszą intuicję. Wspominał o spektakularnych i komercyjnych realizacjach idei kwantowej informacji, jak np. przekaz bankowy (Zeilinger, Austria), przekazanie wyników wyborów ze Szwajcarii do Amsterdamu itp. Opisał wielką rolę splątania kwantowego w tych zjawiskach oraz podkreślił powstawanie niezwykle zjawiska, mianowicie informacji ujemnej. Zjawisko to może stać się podstawą budowy sieci komunikacyjnych. Trzecim i ostatnim mówcą w tej Sesji był prof. Adam Proń (Commissariat à l’Energie Atomique, Grenoble, oraz Politechnika Warszawska), który przedstawił – jak się sam wyraził – wykład żartobliwy „Dlaczego warto wspierać naukę?”. Wykorzystując najlepsze bazy danych, scharakteryzował rozwój nauki w różnych krajach i przedstawił różne wyniki badań scjentometrycznych. Wynioskował stąd, że następuje wyrównanie potencjału naukowego na świecie. Zbadał w szczególności korelację między produktywnością naukową i zamożnością. Ta korelacja pozwoliła mu na wsparcie tezy, że warto wspierać naukę. Po przejściu całego gąszczy takich pojęć, jak *impact factor*, *citation index*, *Hirsch coefficient* itp. mówca utwierdza się w przekonaniu, że nic nie zastąpi czytania prac naukowych, zwłaszcza wtedy, gdy się jest recenzentem prac doktorskich, habilitacyjnych i wniosków o tytuł profesora.



Siedzą od lewej: 1. rząd – Krystian Roleder, Wiesław Banyś, Wiesław Sztumski, Leszek Romanowski, 2. rząd – Janusz Janeczek, Andrzej Jamiołkowski, Adam Łomnicki, Jerzy Mioduszewski, 3. rząd – Roman Juszkiewicz, Stanisław Bajtlik, Marek Zrałek, Edward Kapuścik, Ryszard Horodecki, Jadwiga Horodecka, 4. rząd: Zygfryd Wawrzynek, Adam Proń, Małgorzata Zagórska, Jan Dec, Seweryn Miga

Sesję IV, „Matematyka i filozofia”, rozpoczął wykład „Topologia naszego pobliza”, który wygłosił prof. Jerzy Mioduszewski (Instytut Matematyki, UŚ). W swoim wykładzie mówca zajął się problemami i pojęciami fundamentalnymi. Oczywiście nie ma pełnych odpowiedzi na pytania, co to jest geometria, matematyka, topologia, arytmetyka, kąta proste, kwadrat, wymiar, przestrzeń, czy też, co to są stopnie swobody, ale mówca snuł swoje przemyślenia, poruszając bardzo głębokie aspekty tych pojęć. Zwrócił uwagę, że geometrią naszego pobliza jest zrodzona na Ziemi geometria Euklidesa. Drugim mówcą tej Sesji był ks. prof. Janusz Mączka SDB (Papieska Akademia Teologiczna, Kraków), który wygłosił wykład „Twórcy nauk przyrodniczych i ich przekonania filozoficzne”. Mówca zajął się jako przykładami takimi postaciami, jak sir Arthur Eddington, Czesław Białobrzęski i Carl Friedrich von Weizsäcker. Wszyscy oni mieli bardzo konkretne poglądy filozoficzne. Eddington stworzył swoją koncepcję epistemologii, Białobrzęski poszukiwał, jakiej filozofii potrzebuje nauka, von Weizsäcker zaś podkreślał jedność nauki oraz twierdził, że nie ma wiedzy bez nauki i że punktem wyjścia w badaniach fizycznych oraz filozoficznych powinna być interpretacja mechaniki kwantowej. Ostatnim mówcą tej Sesji był prof. Wiesław Sztrumski (Instytut Filozofii, UŚ), który przedstawił wykład „Fizyka, światopogląd i ideologia”. Mówca zajął się problemem, jak kultura, światopogląd i filozofia wpływają na fizyków. Stwierdził, że niektórzy fizycy łamali nakaz wierności prawdzie i nakaz obiektywizmu sądów. Dla niektórych fizyków prawda naukowa stała się towarem, który można sprzedawać. Inni angażowali się w różne ideologie, np. narodowy socjalizm czy komunizm, służąc zbrodniczym reżimom. W hitlerowskich Niemczech powstała Rassenkunde, czyli „nauka” o rasach. Powinniśmy zdawać sobie sprawę z tych faktów.

W dyskusji podsumowującej przewijały się takie hasła, jak jedność nauki, teoria ostateczna, niezwykłość prawa Hubble’a, ciemna energia, fizyka a filozofia, fizyka a światopogląd, klimat i pogoda. Stwierdzono, że w czasach specjalizacji i rozbiegania się uczonych różnych dziedzin na podobieństwo galaktyk niezwykle potrzebne są takie konferencje jak Trzecia Dyskusja Panelowa (i jej dwie poprzedniczki), aby znowu uczeni różnych dziedzin zebrali się, przemówili do siebie ludzkim głosem i dążyli do syntezy nauk.

**Tezy Dyskusji** (poniższe 12 tez oraz towarzyszące im szczegółowe hasła nie stanowią listy zamkniętej)

1) Definicja cywilizacji i kultury. Cywilizacja jako kultura materialna. Kultura jako cywilizacja ducha. Na czym polega ich rozwój? Bliskość obu tych pojęć.

2) Czym jest fizyka? Przedmiot fizyki. Hierarchia praw fizyki. Fundamentalne prawa fizyki. Teoria i eksperyment. Eksperymenty myślowe. Kanon (współczesnej) wiedzy fizycznej. Niekompatybilność dwóch fundamentalnych teorii: mechaniki kwantowej i ogólnej teorii względności. GPS – najbardziej zdumiewający przyrząd naszych czasów, którego działanie wymaga precyzyjnego zastosowania obu tych teorii, a także szczególnej teorii względności! Informacja i informatyka klasyczna oraz kwantowa! Nanotechnologia. Energia i energetyka. Przekaz wiedzy (fizycznej) jest tak samo

ważny jak sama wiedza. W związku z tym właściwa dydaktyka na każdym szczeblu edukacji (popularyzacji) jest nie do przecenienia.

3) Etyczny wymiar zastosowań fizyki. Liczne idee i wynalazki fizyki mogą być użyte zarówno dla dobra człowieka jak też i dla jego zagłady, podobnie jak – jeden z najstarszych wynalazków – nóż może służyć nie tylko do krojenia chleba w celu podzielenia się nim z bliźnim, lecz także do wbicia bliźniemu w plecy. W poczynaniach zatem fizyków (i wszelkich uczonych) potrzebna jest etyka.

4) Fizyka a nauki przyrodnicze. Nauki przyrodnicze, w szczególności medycyna, jako działy fizyki. Tak pojęta fizyka stanowi najbardziej ogólną naukę o przyrodzie. Dwa aspekty medycyny: przyrodniczy i humanistyczny. Metody fizyczne badania genomu i proteomu. Metody fizyczne badania morfologii, skorupy i wnętrza Ziemi.

5) Fizyka a nauki techniczne. Fizyka fundamentem nauk technicznych. Nauki techniczne fundamentem naszej cywilizacji. Kultura przenika całą tę konstrukcję i wyrasta ponad nią.

6) Fizyka a kosmologia. Wielki Wybuch i ekspansja Wszechświata. Astrofizyka. Teoria kosmologicznej inflacji. Teoria strun i Wszechświat przed Wielkim Wybuchem. Wszechświaty równoległe. „Atomy” czasu i przestrzeni.

7) Fizyka a filozofia. Filozofia przyrody. Rola matematyki w opisie i rozumieniu przyrody. Człowiek jako podmiot i przedmiot fizyki (nauki). Ewolucjonizm teistyczny (kreacjonizm) i ateistyczny. Zdolności poznawcze człowieka a ewolucja. Zasada antropiczna i podobne koncepcje. Istniejący obiektywnie świat. Sześć cytatów (z wielu możliwych) jako punkty odniesienia: „Pierwsza mowa szatana do rodu ludzkiego zaczęła się najskromniej od słowa: dlaczego?” (Adam Mickiewicz), „Jest pięć tysięcy pytań gdzie, siedem tysięcy pytań jak i sto tysięcy pytań dlaczego” (Rudyard Kipling), „Dla nich, powiedziałem, prawda nie byłaby niczym innym, tylko cieniami obrazów” (Platon, *Rzeczpospolita*), „Jest tylko jedno dobro, mianowicie wiedza, i tylko jedno zło, mianowicie ignorancja” (Sokrates), „Tej małej części ignorancji, którą porządkujemy i klasyfikujemy, nadajemy imię wiedzy” (Ambrose Bierce), „Wiem, że nic nie wiem” (Sokrates).

8) Fizyka (nauka) a wiara (religia). Przedmiot fizyki i przedmiot wiary są różne. Dwa cytaty (z wielu możliwych) jako punkty odniesienia: „Nauka bez religii jest ułomna, religia zaś bez nauki ślepa” (Albert Einstein), „Wiara i rozum są jak dwa skrzydła, na których duch ludzki unosi się ku kontemplacji prawdy” (Jan Paweł II).

9) Fizyka a sztuka. Fizyka jako opis stanów Przyrody. Sztuka jako przedstawienie stanów Ducha. Symetria i jej łamanie w Przyrodzie i w Sztuce.

10) Uczony a artysta. Co ich łączy? Co ich odróżnia? Co mają sobie nawzajem do zaoferowania?

11) Różnice i podobieństwa sensu poszukiwań twórczych w fizyce oraz innych naukach przyrodniczych, a także w naukach technicznych, w naukach humanistycznych i w sztuce.

12) Zastosowania aparatu myślowego fizyki w innych dziedzinach. Na przykład w socjologii, ekonomii (ekonomiczna fizyka), grach rynkowych etc.

Jerzy Warczewski  
Instytut Fizyki UŚ  
Katowice

## Dwa miesiące przed godziną zero

Już w lipcu w CERN-ie zostanie uruchomiony Large Hadron Collider (LHC), czyli wielki zderzacz hadronów. Prowadzone na nim eksperymenty zrewolucjonizują całą dotychczasową wiedzę o subatomowej strukturze materii oraz o pierwszych sekundach życia Wszechświata. Głównym celem ogromnie kosztownego projektu jest znalezienie bozonu Higgsa, jedynej cząstki, której jeszcze brakuje w Modelu Standardowym. Cząstka ta jest bardzo ważna, gdyż odpowiada za to, jakie są wartości masy innych cząstek: bozonów W oraz Z, kwarków i leptonów. Fizycy spodziewają się ponadto odkrycia cząstek tworzących ciemną materię (np. cząstek supersymetrycznych). Istnieje też możliwość odkrycia czegoś, co doprowadzi do powstania zupełnie nowych idei w opisie świata.

Budowę akceleratora LHC rozpoczęto w 2000 r. Środki zainwestowane w projekt są pod każdym względem gigantyczne. Chodzi tu nie tylko o finanse, ale także o wyzwania intelektualne, gabarytowe, technologiczne czy informatyczne. Budowa urządzenia powoli dobiega końca, a fizycy z zapartym tchem czekają na rozpoczęcie eksperymentów.

Zespół Planowania Strategicznego Fizyki Oddziaływań Elementarnych (ZPSFOE), Komitet Fizyki Wysokich Energii przy PAA, Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Uniwersytet Warszawski zorganizowały w dniach 21–22 kwietnia 2008 r. w Warszawie symposium „Fizyka oddziaływań elementarnych w erze LHC”, adresowane do szerokiego grona ludzi związanych z nauką w Polsce. Przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego Symposium był prof. Stefan Pokorski (UW), będący także przewodniczącym ZPSFOE.

Przyjechali dyrektorzy CERN-u: urzędujący dyrektor generalny Robert Aymar i dyrektor-elekt Rolf-Dieter Heuer (DESY), prezes PAN prof. Michał Kleiber, prezes PAU prof. Andrzej Białas, liczni fizycy polscy współpracujący z CERN-em i luminarze polskiej nauki. W Symposium wzięli też udział wiceministrowie: nauki i szkolnictwa wyższego, prof. Jerzy Duszyński, oraz edukacji narodowej, prof. Zbigniew Marciniak.

W Symposium uczestniczyło ok. 100 osób. Wygłoszono 21 referatów, w tym siedem z Krakowa (5 z IFJ PAN, po jednym z AGH i UJ), pięć z Warszawy i po jednym z Wrocławia oraz Łodzi. Pięć referatów wygłosili przedstawiciele CERN-u.

Stefan Pokorski mówił o punkcie zwrotnym w fizyce oddziaływań elementarnych, dyrektor Aymar – o projekcie LHC i przyszłości CERN-u, a dyrektor Heuer – o następnych dziesięcioleciach fizyki cząstek. Thierry Lagrange przedstawił związki CERN-u z przemysłem, a Jean-Marie Le Goff (obaj z CERN-u) omówił przekazywanie nowych technologii z CERN-u do przemysłu.

Polska partycypuje w budżecie projektu LHC, wynoszącym 6,2 mld franków szwajcarskich, zaledwie w dwóch procentach. Niemniej praca Polaków jest w CERN-ie bardzo ceniona zarówno pod względem naukowym, jak i w za-

kresie budowy akceleratora. Referat Jana Nassalskiego (IPJ) dotyczył dokonań Polaków w CERN-ie. Michał Tu-rała (IFJ PAN) mówił o budowie polskiego segmentu sieci Grid mającej służyć do opracowywania danych z eksperymentów przy LHC. Związki CERN-u z polskim przemysłem i transferem technologii do Polski omówili odpowiednio Maciej Chorowski (PWR) i Władysław Dąbrowski (AGH).



Przed rozpoczęciem obrad; w pierwszym rzędzie – Robert Aymar i Rolf-Dieter Heuer (fot. Krzysztof Doroba)

Nie zapomniano o programie edukacyjnym (Rolf Landua, CERN) oraz wrażeniach łódzkich licealistów – uczestników tego programu (Helena Howaniec, XXXV LO w Łodzi).

Ken Peach, dyrektor brytyjskiego John Adams Institute for Accelerator Science, przedstawił globalne strategie badań naukowych, a Brian Foster z Uniwersytetu Oksfordzkiego – projekt ILC. Symposium zakończyła seria referatów dotyczących badań w zakresie poszukiwania nowych cząstek (Elżbieta Richter-Wąs, IFJ PAN, i Jan Królikowski, UW), fizyki kwarku pięknego (Maria Różańska, IFJ PAN), fizyki ciężkich jonów (Helena Białkowska, IPJ), stałych tarcz (Ewa Rondio, IPJ) oraz neutrin i ciemnej materii (Agnieszka Zalewska, IFJ PAN). Materiały konferencyjne są dostępne na stronie [lhc.fuw.edu.pl/symp08.html](http://lhc.fuw.edu.pl/symp08.html).

Podczas Symposium odbyła się konferencja prasowa, którą prowadził dziennikarz naukowy dr Tomasz Rożek. Wzięli w niej udział profesorowie Aymar i Heuer, a ze strony polskiej: prof. Pokorski, prof. Nassalski (przedstawiciel fizyków polskich w Radzie CERN-u) oraz prof. Białkowska w roli tłumacza.

Dziennikarze pytali o koszty projektu budowy i eksploatacji LHC, o bezpieczeństwo jego realizacji, o udział Polaków oraz o dokładny termin uruchomienia eksperymentów i opracowania pierwszych wyników.

Autorka dziękuje doc. Zygmuntowi Ajdukowi za lekturę tekstu sprawozdania i cenne uwagi.

*Małgorzata Nowina Konopka*  
Instytut Fizyki Jądrowej PAN  
Kraków

## ■ Marek Przybylski

Urodził się w 1954 r. w Częstochowie. W czasie pracy nad doktoratem w Zakładzie Fizyki Ciała Stałego Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie (promotor prof. Karol Krop) poznał spektroskopię mössbauerowską, która stała się jego ulubioną techniką doświadczalną – uważa ją za jedną z najwspanialszych metod w fizyce ciała stałego.

Połączenie tej metody ze wzrostem cienkich warstw metodą epitaksji z wiązki molekularnej, umożliwiające badanie własności magnetycznych z rozdzielczością pojedynczej warstwy atomowej, rozpoczęło jego przygodę z magnetyzmem układów niskowymiarowych, takich jak powierzchnia, cienkie warstwy (składające się z kilku warstw atomowych) czy też nanostruktury w rodzaju jednowymiarowych łańcuchów atomowych. Doświadczenie w tej dziedzinie zdobył m.in. na Uniwersytecie Technicznym w Clausthal-Zellerfeld (Niemcy), jednym z ważniejszych w swoim czasie ośrodków fizyki powierzchni w Europie. Jego rozprawa habilitacyjna poświęcona była doświadczalnym badaniom przejścia od magnetyzmu trój- do dwuwymiarowego.



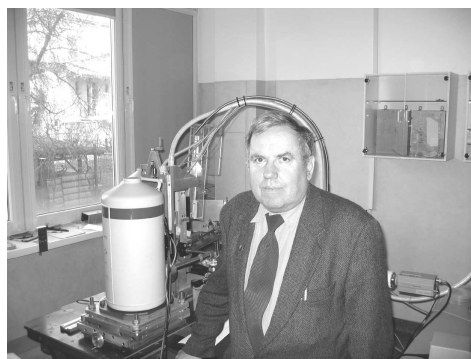
Fizyce układów niskowymiarowych pozostaje wierny do dziś, jakkolwiek jego warsztat badawczy uległ poszerzeniu. Ważnym narzędziem pomiarowym stało się dla niego promieniowanie synchrotronowe, a ponieważ wiele procesów decydujących o magnetyzmie cienkich warstw zachodzi na ich powierzchni, niezwykle przydatną techniką stała się skaningowa mikroskopia i spektroskopia tunelowa.

Poza pracą w AGH od lat pozostaje związany z Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik w Halle, gdzie kieruje międzynarodowym zespołem badawczym. 21 grudnia 2007 r. Prezydent RP nadał mu tytuł naukowy profesora nauk fizycznych.

Kontakt ze światem, z różnorodnością kultur i tradycji, jest czymś, co bardzo sobie ceni. Największa jego satysfakcja zawodowa w ostatnich latach to ubiegłoroczna Nagroda Nobla dla Petera Grünberga i Alberta Fertę, która zwróciła uwagę wszystkich na fascynujące zjawiska magnetyczne w cienkich warstwach i ogromny potencjał ich technologicznych zastosowań.

## ■ Marek Wojciech Lankosz

Urodził się w 1947 r. w Zagórz (obecnie dzielnica Sosnowca). Studia wyższe ukończył w roku 1971 na Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, specjalizując się w technicznej fizyce jądrowej. W 1978 r. obronił pracę doktorską „Wykorzystanie metody fluorescencji rentgenowskiej z dyspersją energii do kontroli uziarnienia zawiesin flotacyjnych rud miedzi” (promotor doc. Barbara Hołyńska). Stopień doktora habilitowanego z fizyki uzyskał w roku 1996 na Wydziale Fizyki i Techniki Jądrowej AGH. Tytuł naukowy profesora nauk fizycznych otrzymał 21 grudnia 2007 r.



W latach 1979–80 odbył roczny staż naukowy na North-Carolina State University w Raleigh w ramach stypendium Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej w Wiedniu. W roku 1983 ukończył na AGH podyplomowe studia w zakresie fizyki ciała stałego. Od roku 1971 pracuje na AGH, od września 2007 r. jest kierownikiem Katedry Zastosowań Fizyki Jądrowej na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej.

Głównym tematem jego zainteresowań naukowych jest badanie materiałów metodami fizycznymi wykorzystującymi promieniowanie rentgenowskie. Ostatnio interesuje się przede wszystkim zastosowaniem promieniowania synchrotronowego w diagnostyce medycznej i badaniami procesów biochemicznych w przypadku chorób neurodegeneracyjnych i nowotworowych centralnego układu nerwowego człowieka. Badanie te prowadzone są we współpracy m.in. z Europejskim Ośrodkiem Badań Synchrotronowym ESRF w Grenoble, Laboratorium Synchrotronowym HASYLAB w Hamburgu, Laboratorium Synchrotronowym SOLEIL w Saclay k. Paryża oraz Zakładem Neuropatologii CM UJ w Krakowie.

Opublikował kilkadziesiąt artykułów naukowych i wygłosił kilkanaście komunikatów na prestiżowych konferencjach międzynarodowych. Za osiągnięcia w pracy naukowej otrzymał wiele nagród. Wypromował trzech doktorów i był opiekunem kilkunastu prac magisterskich. Jest członkiem Polskiego Towarzystwa Promieniowania Synchrotronowego i ekspertem MAEA w Wiedniu. Był kierownikiem wielu krajowych i międzynarodowych projektów badawczych.

Jego zainteresowania pozanaukowe to hodowla egzotycznych roślin oraz fotografia.

## ■ Włodzimierz Bednarek

Urodził się w 1958 r. w Chlewiskach k. Szydłowca. Ukończył LO w Starachowicach, a studia odbył na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Łódzkiego, uzyskując w 1983 r. magisterium z fizyki. W 1989 r. wyjechał na studia doktoranckie w International School for Advanced Studies w Trieście, gdzie w 1992 r. obronił pracę doktorską „Gamma Ray Production in Cosmic Discrete Sources” (promotor prof. Aldo Treves). Habilitował się w roku 1999 na podstawie rozprawy „Produkcja promieniowania gamma w blazarach”. Tytuł naukowy otrzymał 14 kwietnia 2008 r.



Od roku 1983 jest zatrudniony na UŁ. W tym okresie spędził około 5 lat za granicą – na studiach we Włoszech oraz na stażach naukowych w Max-Planck-Institut für Kernphysik w Heidelbergu, George Mason University w Waszyngtonie i University of Adelaide. Od 2002 r. jest zatrudniony na stanowisku profesora nadzwyczajnego UŁ i od tego czasu pełni funkcję kierownika Zakładu Astrofizyki Wysokich Energii będącego częścią Katedry Fizyki Doświadczalnej UŁ.

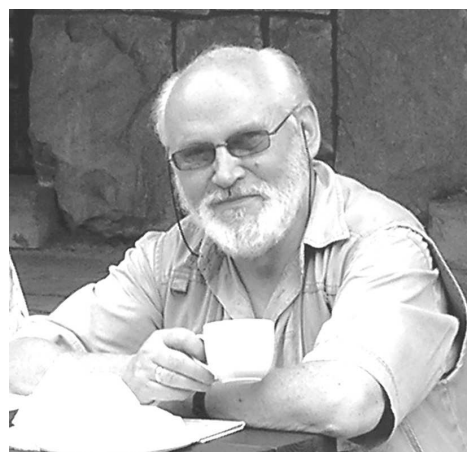
Jego zainteresowania naukowe dotyczą astrofizyki wysokich energii, w szczególności produkcji promieniowania  $\gamma$  i neutrin oraz cząstek naładowanych w źródłach kosmicznych, takich jak galaktyczne układy podwójne gwiazd, pozostałości po supernowych, pulsary, gromady kuliste i otwarte gwiazd oraz aktywne jądra galaktyk. Jest autorem lub współautorem ponad 80 prac w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym. Wypromował jednego doktora, opiekował się kilkunastoma pracami magisterskimi i kilkoma studentami indywidualnego toku studiów. Bierze aktywny udział w międzynarodowej współpracy teleskopu MAGIC, pełniąc w niej także funkcje organizacyjne: członka Physics Committee, Time Allocation Committee, współorganizatora grupy zajmującej się pulsarami. Jest także członkiem powstającej międzynarodowej współpracy Cherenkov Telescope Array (CTA), której celem jest obserwacja źródeł promieniowania  $\gamma$  wysokich energii. Pełni funkcję członka Advisory Committee sekcji C04 IUPAP-u.

Zainteresowania pozanaukowe: astronautyka, historia i archeologia, a ostatnio uprawy owocowe na działce.

## ■ Jan Wasilewski

Urodził się w 1942 r. w Wilnie, od roku 1945 mieszka w Toruniu. W latach 1959–64 odbył studia na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, uzyskując magisterium z fizyki w zakresie fizyki teoretycznej. Od 1964 r. pracuje na UMK, gdzie uzyskał stopień doktora w roku 1971 (promotor prof. Wiesław Woźnicki) i habilitował się w roku 1990. W latach 1973–74 był równolegle kierownikiem Pracowni Metod Numerycznych w Instytucie Maszyn Matematycznych (Oddział w Toruniu). W 1974 r. był stypendystą Fundacji Alexandra von Humboldta na Ruhr Universität Bochum, gdzie wielokrotnie przebywał w latach następnych. Tytuł naukowy otrzymał 22 października 2007 r.

Głównym polem jego działalności badawczej jest mechanika kwantowa cząsteczek – chemia kwantowa, ze szczególnym uwzględnieniem otwartopowłokowych stanów elektronowych i zagadnień teoretycznej spektroskopii molekularnej. Istotnym aspektem jego działalności naukowej jest tworzenie oprogramowania niezbędnego do prowadzenia obliczeń w zakresie chemii kwantowej.



Był członkiem Rady Informatycznej przy Rektorze UMK (1994–2002) oraz prodziekanem Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej ds. kształcenia (1996–2002). Od 1964 r. członek PTF (różne funkcje w Zarządzie Oddziału Toruńskiego). Jest także członkiem International Society of Theoretical Chemical Physics oraz Societas Humboldtiana Polonorum (od początku istnienia tego towarzystwa).

Prowadził zajęcia dydaktyczne z większości przedmiotów z zakresu fizyki teoretycznej; od połowy lat 80. wyklada głównie przedmioty informatyczne. Jest kierownikiem specjalności Fizyka komputerowa i koordynatorem kształcenia informatycznego na Wydziale. Wypromował jednego doktora nauk fizycznych i jednego nauk chemicznych, kierował 27 pracami magisterskimi (fizyka komputerowa, chemia teoretyczna), 1 licencjacką oraz 8 inżynierskimi (specjalność: informatyka stosowana, w ramach kierunku Fizyka techniczna).

Zainteresowania pozanaukowe: fotografia, turystyka, góry (w młodości także wspinaczka), muzyka klasyczna.



## ■ Maria Różańska

Urodziła się w Krakowie w 1950 r. Studia w zakresie fizyki ukończyła w 1972 r. na Wydziale Matematyczno-Fizyczno-Chemicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego (specjalizacja: fizyka doświadczalna wysokich energii). Doktorat, którego promotorem był prof. Krzysztof Rybicki, uzyskała w 1979 r. w Instytucie Fizyki Jądrowej, tam też się habilitowała w roku 1991.

Po habilitacji, która dotyczyła oddziaływań hadron-jądro, zajęła się badaniami słabych rozpadów pięknych mezonów. W 1993 r. podjęła współpracę z instytutem KEK w Japonii, gdzie przygotowywano wówczas eksperyment (który później otrzymał nazwę Belle) przy nowym akceleratorze o bardzo wysokiej świetności, tzw. fabryce B. Urządzenie to specjalnie zaprojektowano do badania rzadkich procesów z udziałem pięknych mezonów B. Głównym osiągnięciem badań w ramach eksperymentu Belle była obserwacja niezachowania symetrii kombinowanej CP w rozpadach neutralnych mezonów B.



Jej udział w eksperymencie Belle trwa do dziś i wkrótce przejdzie w udział w eksperymencie SuperBelle, który jest przygotowywany w laboratorium KEK wraz z fabryką B nowej generacji, noszącą nazwę SuperKEKB. Obecnie zajmuje się badaniem rozpadów B do stanów końcowych z wieloma neutrinami. Rozpady tego typu stanowią ciekawy obszar poszukiwania efektów spoza Modelu Standardowego i będą ważnym tematem badań w eksperymencie SuperBelle.

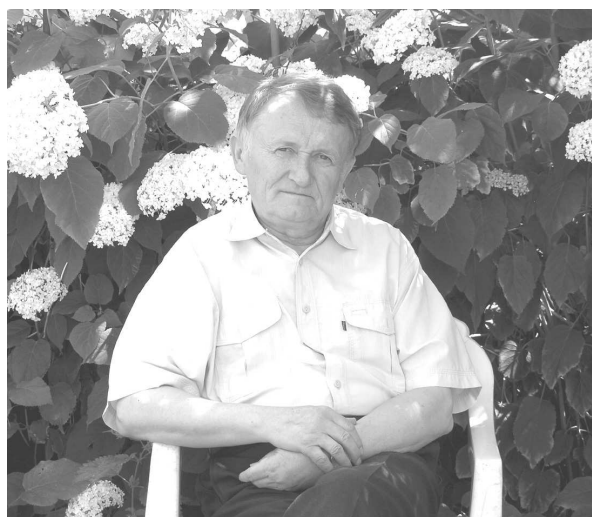
Tytuł naukowy profesora nauk fizycznych otrzymała 21 grudnia 2007 r.

## ■ Ryszard Taranko

Urodził się w Małaszewiczach Małych k. Terespoła w 1947 r. Jego kariera zawodowa związana jest z Uniwersytetem Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, na którym ukończył studia w 1970 r., specjalizując się w fizyce teoretycznej, w szczególności mechanice ośrodków ciągłych.

W latach 1973–74 przebywał na stażu naukowym w Zakładzie Teorii Fizyki Powierzchni na Uniwersytecie Wrocławskim, pracując pod kierunkiem prof. Kazimierza Wojciechowskiego, przyszłego promotora jego rozprawy doktorskiej. Rozprawę „Wpływ modelowego potencjału krystalicznego na emisję połową elektronów z metali” obronił w roku 1978.

W roku 1984 został oddelegowany do pracy w Laboratorium Fizyki Teoretycznej Zjednoczonego Instytutu Badań Jądrowych w Dubnej, gdzie pracował przez okres trzech lat w Zakładzie Teorii Ciała Stałego kierowanym przez prof. Władimira K. Fiedianina. Podjął tam nową tematykę, związaną z wpływem efektów korelacji elektronowych na widmo kwazicząstkowe metali przejściowych i zjawisko chemisorpcji. Za cykl badań dotyczących elektronowych aspektów zjawisk powierzchniowych i chemisorpcji atomów wodoru na powierzchniach metalicznych został wyróżniony w roku 1990 w Dubnej zespołową nagrodą II stopnia ZIBJ. Habilitował się na podstawie rozprawy „Korelacje elektronowe w modelowych badaniach metali przejściowych i chemisorpcji” w 1991 r., a tytuł profesora otrzymał 22 października 2007 r.



Aktualnie w kręgu jego zainteresowań są zagadnienia związane z nierównowagowym i niestacjonarnym transportem elektronowym w układach nanoskopowych, w szczególności transport elektronowy przez układy kropek kwantowych w zewnętrznym polu elektromagnetycznym. Wypromował dwóch doktorów.

Jest żonaty i ma dorosłego syna Andrzeja. Badania naukowe prowadzi wspólnie z żoną Ewą, która jest również fizykiem teoretykiem. Jego hobby to geografia fizyczna świata, historia kultur Indian Ameryki Środkowej i Południowej oraz historia chrześcijaństwa.

## Historia pouczająca i ciekawa

Michael Hoskin: *Historia astronomii*, przekład Jarosław Włodarczyk, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2007, s. 368.

Mimo dwudziestu pięciu wieków badań zjawisk dostrzeganych na niebie opowieść o nich nie musi być długa i nużąca. Nie musi też służyć – jak pisze sam Autor – „przyznawaniu medali tym dawnym astronomom, których opinie pokrywają się z obecną wiedzą”. Może natomiast zabrać czytelnika w podróż „do minionych kultur, które podobnie jak my próbowały zrozumieć niebo, ale czyniły to, stawiając często bardzo odmienne pytania od uznawanych przez nas i które poszukiwały odpowiedzi dziwnych z naszego punktu widzenia”. Historia astronomii opowiedziana w tej książce jest taką właśnie, niezmiernie ciekawą podróżą. Wprowadzeni przez Autora w intelektualne i kulturowe środowisko, w jakim zanurzeni byli nasi poprzednicy, możemy zrozumieć ich wątpliwości, stawiane pytania i meandry myśli poszukujących odpowiedzi. Świadomi intelektualno-kulturowego kontekstu, nie będziemy się już dziwić np. temu, że aż przez dwa tysiące lat uznawano siłę argumentacji Arystotelesa<sup>1</sup> uzasadniającą nieruchomość Ziemi, jak też skłonni jesteśmy w pełni zgodzić się z konstatacją Autora, iż „historia kosmologii to nie prosta historia rezygnowania z absurdalnych pomysłów i przyjmowania tego, co po niedługim namyśle wydaje się nieodparcie prawdziwe, lecz heroiczna saga odrzucania tego, co wydaje się nieodparcie prawdziwe i akceptowania absurdu”.

Michael Hoskin, autor bądź współautor większości tekstów i redaktor całej książki, jest od ponad 30 lat wykładowcą historii astronomii na Uniwersytecie w Cambridge. Współautorami niektórych rozdziałów są pracownicy innych szacownych instytucji naukowych. Treść książki jest podzielona na osiem chronologicznie uszeregowanych rozdziałów opisujących rozwój wiedzy astronomicznej od czasów prehistorycznych po współczesność. Uwaga Autorów koncentruje się przy tym niemal wyłącznie na obszarze Bliskiego Wschodu i Europy Zachodniej. Polskie wydanie książki zawiera rozdział dodatkowy, którego autorem jest tłumacz Jarosław Włodarczyk, opisujący rozwój badań astronomicznych w naszym kraju. Zawartość książki dopełnia kilka użytecznych dodatków. Oprócz indeksu nazwisk podany jest spis literatury uzupełniającej, słowniczek podstawowych terminów astronomicznych oraz

tablice chronologiczne. Książka jest pouczająca, ciekawa i estetycznie wydana. Do pełnego rozumienia wszystkich poruszanych w niej wątków potrzebna jest dobrze ugruntowana podstawowa wiedza astronomiczna. Zarówno ten fakt, jak i wnikliwość, z jaką Autorzy analizują poruszane tematy, czynią z tej książki pozycję o charakterze naukowym. Pomimo to, dzięki jasności wykładu oraz zwięzłym i treściwym podsumowaniom kończącym dłuższe wywody czyta się ją łatwo, a nawet z przyjemnością. Myślę więc, że książka ta jest w równym stopniu popularna jak naukowa. Jestem przekonany, że jej lektura dostarczy intelektualnej satysfakcji nie tylko zawodowym astronomom i miłośnikom tej dziedziny wiedzy, ale również licznej rzeszy wszelkich przyrodników.

Pierwszym atutem książki, który chciałbym szczególnie podkreślić, jest jej przyrodnicza rzetelność. Czytając ją wyczuwamy, że Autorzy są nie tylko wąsko wyspecjalizowanymi historykami, lecz także astronomami. Nie unikają bowiem analizy wątków czysto astronomicznych i czynią to z przyrodniczą wnikliwością. W tym kontekście warto odnotowania są np.: opis pierwszych prób mierzenia paralaksy gwiazd, opis posługiwania się astrolabium<sup>2</sup> i opis systemu Ptolemeusza<sup>3</sup>. Wnikliwość, z jaką opisywane są problemy podejmowane przez naszych poprzedników, pozwala czytelnikowi zmierzyć się z nimi samodzielnie, a Autorom dostarcza argumentów do formułowania zwięzłych i wiarygodnych podsumowań, np. do określenia modelu Ptolemeusza jako geometrycznego systemu spełniającego funkcję precyzyjnego algorytmu umożliwiającego przewidywanie pozycji planet lub do podsumowania dokonania Kopernika jako zwieńczenia platońskiej idei kosmicznego ładu. Wydaje się jednak, że najważniejszym celem, jakemu służy przyrodnicza precyzja wykładu, jest przygotowanie argumentów mających uzasadnić eksponowanie przełomowych zmian w myśleniu o świecie, w metodach jego poznawania i opisie jego konstrukcji. Wyraźne uwypuklenie tych zmian uważam za szczególną i niezmiernie cenną cechę tej historyczno-przyrodniczej opowieści.

Drugą rzucającą się w oczy i godną uznania cechą książki jest konsekwencja, z jaką Autorzy śledzą wielowiekowe zmagania astronomów z najważniejszymi pytaniami i problemami, od pierwotnego i wciąż najważniejszego pytania o globalną strukturę świata i miejsce, jakie zajmuje w nim Ziemia, po wiele problemów cząstkowych dotyczących np. Układu Słonecznego, odległości gwiazd, ich ru-

<sup>1</sup>Arystoteles odwoływał się w niej do życiowego doświadczenia mówiącego, iż przy bezwietrznej pogodzie strzała wystrzelona pionowo do góry zawsze spada w miejscu, z którego została wystrzelona. Wyciągano stąd wniosek, iż jakkolwiek ruch Ziemi jest wykluczony, gdyż powodowałby przemieszczenie stojącego na niej łucznika i strzała spadałaby w pewnym oddaleniu od niego. Siłę tego argumentu uznawano do ostatnich lat XVI w. Do końca swego życia czynił to np. Tycho Brahe.

<sup>2</sup>Zdjęcia tego pięknego, podręcznego pomiarowo-obliczeniowego przyrządu astronomicznego, używanego przez wiele wieków, można zobaczyć w niemal każdej dotychczas wydanej publikacji poświęconej historii astronomii, lecz w żadnej spośród mi znanych nie ma opisu sposobu jego wykorzystania.

<sup>3</sup>W opisie tego systemu wyeksponowana jest funkcja, jaką w modelu Ptolemeusza spełniał punkt nazywany „ekwantem”, i wyraźnie jest podkreślony fakt złamania przez Ptolemeusza arystotelesowskiego postulatu jednostajności ruchu planet, czyli tych elementów systemu, które decydowały o jego dokładności, lecz nie podobały się wielu późniejszym badaczom nieba.

chu i rozkładu przestrzennego, istoty obiektów mgławicowych. Autorzy śledzą stan wiedzy w każdym z podjętych tematów od chwili jego zaistnienia w historii badań do czasów współczesnych. Postępowanie takie wprowadza ład do opowiadanej historii i jest niezmiernie użyteczne dla czytelników słabo zorientowanych w aktualnym stanie wiedzy astronomicznej.

Myślę, że niektóre informacje zawarte w książce zaskoczą wielu czytelników. Podam dwa przykłady. Oto pierwszy. Jest prawdą, że tym, co motywuje niemal wszystkich współczesnych astronomów do badawczego wysiłku jest chęć poznania prawdy, a wiedza, którą starają się oni osiąść, jest niemal zupełnie nieprzydatna w codziennym życiu. Można by przypuszczać, że było tak zawsze. Po przeczytaniu książki czytelnik stwierdzi, zapewne z pewnym zdziwieniem, że w minionych wiekach astronomia była wiedzą w codziennym życiu przydatną, a czasem wręcz niezbędną. Praktyczne potrzeby, które zaspokoić mogli jedynie astronomowie, nie ograniczały się do opracowania metody rachuby dni (kalendarza) lub informowania o mającym nastąpić zaćmieniu Słońca. Pomocy astronomów oczekiwali bowiem nie tylko kapłani (we wszystkich religiach istniała konieczność określania dat obrzędów, a w islamie niezbędne było jeszcze określanie początku miesiący księżycowych, momentów modlitw i kierunku do Mekki z dowolnego miejsca na Ziemi), lecz także żeglarze (określanie szerokości i długości geograficznej), medycy (w medycynie astralnej, którą studiował również Kopernik, z poszczególnymi organami ciała były związane różne planety) i geodeci (określanie kształtu ziemskiego globu). Przez wiele wieków takie właśnie, bardzo konkretne potrzeby wpływały na rozwój badań astronomicznych silniej niż dominująca dziś chęć poznania prawdy, a do ich zaspokojenia było potrzebne np. sporządzanie katalogów gwiazd czy tablic umożliwiających przewidywanie położenia planet, Słońca, Księżyca lub położenia księżyców Jowisza.

Zaskoczeniem dla czytelnika książki być może również wkład, jaki do badań astronomicznych wnieśli amatorzy. Ze względu na powolność lub incydentalność wielu zjawisk astronomicznych ważną rolę w ich badaniu odgrywały ciągłe i długotrwałe obserwacje. Wykonanie wielu takich obserwacji nie wymaga ani szczegółowej wiedzy, ani kosztownego i skomplikowanego instrumentarium. Z tych powodów istotny przyczynek do badań niektórych zjawisk bądź obiektów mogą mieć obserwacje dokonywane przez amatorów. Omawiana książka nie tylko potwierdza tę oczywistą prawdę, lecz odświeża ogromne znaczenie ich dokonania. Najznakomitszym tego przykładem jest tytaniczna praca wykonana przez członków rodziny Herschelów: Williama (muzyk: 1738–1822), Johna (prawnik, syn Williama: 1792–1871), Caroline (siostra Williama: 1750–1848). Odkrycie Urana, badanie i skatalogowanie obiektów mgławicowych całego nieba, zapoczątkowanie nowej metody badawczej nazywanej dziś „zliczaniem obiektów” to tylko cząstka ich pracy. Czytając książkę, dowiadujemy się jednak, że lista wielkich astronomów samouków jest zaskakująco długa. Wystarczy wspomnieć nazwiska: Edwarda Pigotta (1753–1825), Johna Goodricke (1764–86) – pierw-

sze obserwacje zmienności blasku gwiazd i postulowanie istnienia układów podwójnych zaćmieniowych, Thomasa Wrighta (wędrownego nauczyciela nawigacji, 1711–86) – jakże owocne spekulacje na temat przestrzennego rozkładu gwiazd, Williama Stukeleya (antykwariusza, 1687–1765) – zauważenie sprzeczności w newtonowskim modelu przestrzennego rozkładu gwiazd, którą dziś nazywamy „paradoksem Olbersa”, Samuela Molyneux (1689–1728) i Jamesa Bradleya (duchownego, 1693–1762), którzy zaobserwowali aberrację światła – zjawisko stanowiące pierwszy pewny dowód orbitalnego ruchu Ziemi.

Tyle pochwał. Teraz kilka uwag dotyczących drobnych niedoskonałości. Wspominam o nich w przekonaniu, że mogą okazać się użyteczne w kolejnych wydaniach książki. Pierwsza dotyczy tłumaczenia. Moim zdaniem pewne fragmenty tekstu są przetłumaczone niejasno lub niezręcznie. Czytając je, odnosiłem wrażenie, że tłumacz, nie będąc do końca pewnym myśli, jaką chciał wyrazić Autor, decydował się na tłumaczenie najbliższe dosłowności. Jeśli mam rację, to w razie potrzeby tłumacz z łatwością te miejsca odnajdzie. Listę fragmentów, które wynotowałem, przesyłam redakcji *PF*. Tu wspomnę tylko o jednej z zauważonych przeze mnie niejasności, której sprawcą jest, być może, sam Autor. Ostatnie zdanie trzeciego akapitu na s. 42 jest następujące: „Tymczasem niektóre z pięciu mniejszych planet zmieniały swoją jasność na tyle, że sugerowało to, iż ich oddalenie od Ziemi także ulega zmianom; a Słońce i Księżyc w sposób widoczny zmieniały swoją średnicę kątową”. Sens tego zdania zrozumiałem dopiero po namyśle. Trudność sprawiło mi pojęcie „planety mniejsze” oraz interpretacja zmian rozmiarów kątowych Słońca sugerowana na końcu cytowanego zdania. W dołączonym do książki słowniku nie ma hasła „planety mniejsze”, a kątowe zmiany średnicy tarczy Słońca można zauważyć dopiero po wykonaniu bardzo dokładnych pomiarów. Dopiero po namyśle uznałem, że podział siedmiu obiektów przemieszczających się względem gwiazd na „mniejsze” (Merkury, Wenus, Mars, Jowisz, Saturn) i „większe” (Słońce, Księżyc) był w przeszłości oczywisty. Podział ten był zgodny z tym, co było widać: „planety mniejsze” były świecącymi punktami, zaś „większe” – jasnymi tarczami. Jedynym zaś wytłumaczeniem sugerowania zmian kątowych rozmiarów tarczy Słońca jest przyjęcie, że Autor mógł mieć na myśli zwiększanie się kątowych rozmiarów tarczy Słońca przy jego zbliżaniu się do horyzontu. Wiadomo jednak, że zjawisko to jest tylko zmysłowym wrażeniem, co utrudnia powiązanie sensu tego zdania z jego treściowym kontekstem.

Kolejna uwaga dotyczy dołączonego do książki słowniczka terminów astronomicznych. Jego zamieszczenie jest godne pochwały, lecz zastrzeżenia budzi realizacja tego zamysłu. Jeśli bowiem obecność słowniczka interpretować jako ukłon w stronę tych czytelników, których wiedza astronomiczna jest niepewna lub niewystarczająca dla rozumienia treści książki, to objaśnienia znacznej liczby terminów zawartych w słowniku, terminów istotnych dla rozumienia treści książki, tego postulatu nie spełniają. Są one zbyt lakoniczne lub niezręczne, by objaśnić ich sens w wystarczającym stopniu. Przykładami takich niedosta-

tecznie lub niejasno objaśnionych pojęć są: apeks, CCD, cefeida, ciąg główny, czarna dziura, efemerydy, gromada kulista, jasność absolutna, mgławica planetarna. Jest dla mnie oczywiste, że słowniczek taki nie może być zbyt obszerny i nie może zastąpić podręcznika, lecz wydaje się, że w niewiele większej objętości można by dostarczyć czytelnikowi nieznanemu pojęć astronomicznych objaśnień bardziej zrozumiałych i bardziej precyzyjnych, nie stroniąc przy tym od rysunków.

Ostatnia uwaga jest podobnej natury, lecz dotyczy tabeli chronologicznych zamieszczonych na końcu książki. Odnotowują one okresy życia i najważniejsze dokonania kolejnych badaczy nieba oraz najistotniejsze fakty spoza obszaru astronomii, mające jednak istotny wpływ na jej rozwój. Dla wielu osób („wzrokowców”) użyteczność takiego skondensowanego zestawienia chronologicznego jest niewątpliwa. Szkoda jednak, że dodatek ten nie został opracowany starannie, bardziej przejrzysto.

Pomimo tych uwag krytycznych sądzę, że *Historia astronomii* Michaela Hoskina jest książką niezwykle po-

uczającą i ciekawą. To najlepsza historia astronomii spośród mi znanych (inne to John North, *Historia astronomii i kosmologii*, Wyd. Książnica, Katowice 1997; Z. Horky, M. Plavez, *Człowiek poznaje wszechświat*, PWN, Warszawa 1966). Z pełnym przekonaniem polecam ją wszystkim przyrodnikom, a zwłaszcza studentom astronomii i astronomom rozpoczynającym swoją zawodową przygodę. Lektura książki takiej jak ta zmusza do spojrzenia na swoją działalność przez pryzmat przebytych już myślowych meandrów prowadzących do obecnego stanu wiedzy i dostrzeżenia siebie na końcu wciąż wydłużającej się kolejki badaczy. To ważne, pouczające i inspirujące doświadczenie.

Korzystając z tej okazji, pragnę wyrazić wdzięczność Tłumaczowi i Wydawnictwu za opracowanie i wydanie tej bardzo dobrej książki.

Andrzej Branicki

Wydział Fizyki

Uniwersytet w Białymstoku

## PTF



### Oddział Wrocławski

14 grudnia 2007 r. odbyło się Walne Zebranie Oddziału Wrocławskiego PTF. Ustępujący Zarząd, któremu przewodniczył Zbigniew Kletowski, przedstawił sprawozdanie z dwuletniej działalności.

Wrocławski Oddział liczy 175 członków, wśród nich 47 emerytów. W trakcie kadencji przyjęto 7 nowych członków. Oddział obejmuje trzy główne ośrodki skupiające fizyków pracujących naukowo, a to: Uniwersytet Wrocławski, Politechnikę Wrocławską oraz Instytut Niskich Temperatur i Badań Strukturalnych PAN. Są jeszcze inne instytucje zatrudniające fizyków, jak Międzynarodowe Laboratorium Silnych Pól Magnetycznych, Akademia Medyczna i Uniwersytet Przyrodniczy. Trzy wymienione na początku instytucje organizują liczne własne seminaria od kilku do kilkunastu tygodniowo. Jeden z poprzednich Zarządów Oddziału uznał, że Towarzystwo nie powinno organizować dodatkowych spotkań naukowych, lecz raczej wybierać seminaria szczególnie interesujące dla środowiska i czynić je spotkaniami Oddziału. Odbyło się 11 takich posiedzeń. Referenci spoza Wrocławia wygłosili następujące wykłady: prof. Paolo Lipari z Uniwersytetu Rzymskiego (La Sapienza) „The neutrino as a new messenger in cosmology and astrophysics”, prof. Klaus Wandelt z Uniwersytetu w Bonn „Phase formation at solid surfaces”, dr Tomasz Brzostowski z Uniwersytetu Jagiellońskiego „Ultraprecyzyjne pomiary częstotliwości; Nagroda Nobla z fizyki 2005”, prof. Larry McLerran (Brookhaven National Laboratory) „The color glass condensate”, dr hab. Zygmunt Lalak (Uniwersytet Warszawski)

„Ciemna energia – wyzwanie dla fizyki oddziaływań fundamentalnych”, prof. Zbigniew Jacyna-Onyszkiewicz (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu) „Kosmogeneza kwantowa”, prof. Joanna Stachel (Uniwersytet w Heidelbergu) „Relativistic nuclear collisions – a quark matter”, prof. Peter Braun-Munzinger (GSI Darmstadt) „Quarkonia – messengers of deconfinement in quark matter” oraz prof. Józef Barnaś (UAM) „Odkrycie gigantycznego magnetooporu; Nagroda Nobla z fizyki 2007”.

Oddział wspomaga upowszechnianie fizyki wśród młodzieży. W dwóch uniwersyteckich Instytutach Fizyki odbywają się cykle wykładów połączonych z pokazami dla licealistów i ich nauczycieli z regionu południowo-zachodniej Polski. PTF pokrywa część kosztów obsługi technicznej pokazów towarzyszących wykładom. To właśnie owe demonstracje są atrakcją przyciągającą uczniów. Jako wykładowcy występują nauczyciele akademicy. W okresie sprawozdawczym było 20 takich spotkań. Liczba słuchaczy wahała się od 120 do 200 osób. Oddział Wrocławski PTF patronuje też prowadzonemu przez Instytut Fizyki Doświadczalnej UWr Środowiskowemu Seminarium „Problemy Dydaktyki Fizyki” dla nauczycieli z Dolnego Śląska. Oddział uczestniczył w konkursowej rekrutacji kandydatów na Letnią Szkołę Fizyki dla uczniów szkół średnich w Perimeter Institute w Kanadzie. Dofinansowano również koszt biletu lotniczego dla opiekunki grupy uczestników. Była też pomoc finansowa dla Ogólnopolskiej Sesji Kół Naukowych studentów fizyki oraz na pobyt doktorantki na Zimowej Szkole Fizyki Teoretycznej w Łądku Zdroju.

Działający we Wrocławiu Okręgowy Komitet Olimpiady Fizycznej przeprowadzał zawody pierwszych dwóch

stopni dla młodzieży województwa dolnośląskiego. Spośród uczniów, którzy przystąpi do naszego Komitetu rozwiązania zadań pierwszego stopnia, wyłoniono grupy (43 osoby w roku 2006 i 39 w roku 2007), które brały udział w zawodach drugiego stopnia we Wrocławiu. Do zawodów centralnych zakwalifikowało się dziesięć osób w 2006 i trzy w 2007 r. Nasz Okręg miał w ostatnich dwóch latach czterech laureatów Olimpiady. Pochodzili oni z LO w Dzierżonowie oraz z III i XIV LO we Wrocławiu.

Jako ciekawostkę warto dodać, że zakończyły się powodzeniem wieloletnie starania Zarządów kilku kadencji: jednej z ulic we Wrocławiu nadano nazwę Miecysława Wolfkego, światowego prekursora holografii i telewizji, który w latach 1907–10 przygotował i obronił rozprawę doktorską z fizyki na Uniwersytecie Wrocławskim.

Walne Zebranie udzieliło absolutorium ustępującemu Zarządowi. Następnie wybrano nowy Zarząd w składzie: przewodniczący – Bernard Jancewicz, wiceprzewodnicząca – Ewa Dębowska, sekretarz – Zygmunt Mazur, skarbnik – Julian Furtak (wszyscy UWr), członkowie – Krzysztof Rogacki (INTiBS), Stanisława Szarska (PWr).

*Bernard Jancewicz*



## Oddział Częstochowski

Zebranie sprawozdawczo-wyborcze Oddziału Częstochowskiego PTF odbyło się 28 marca 2008 r. Wybrano nowy zarząd Oddziału (kadencja 2008–09): przewodniczący – Józef Zbrozczyk (IF PCz), wiceprzewodniczący – Ewa Mandowska (IF AJD), sekretarz – Stanisław Tkaczyk (IF AJD), skarbnik – Anna Przybył (IF PCz), członkowie – Kazimierz Dziliński (IF PCz) i Wojciech Gruhn (IF AJD). Wojciech Gruhn został również korespondentem Oddziału Częstochowskiego PTF. W skład komisji rewizyjnej Oddziału weszli: Piotr Brągiel (IF AJD), Ryszard Hrabański (IF PCz) i Edmund Golis (IF AJD).

★ ★ ★

Jedną z ważnych form działalności Oddziału są SeminaRIA Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Jana Długosza i Częstochowskiego Oddziału PTF, inspirowane i współorganizowane przez autora tej notatki i kilkakrotnie relacjonowane już w *Postęпах Fizyki*. W roku akademickim 2007/08 odbyło się osiem posiedzeń.

17 października 2007 r. wykład „Fizyka półprzewodników – historia i perspektywy” wygłosił prof. Robert R. Gałązka z Instytutu Fizyki PAN w Warszawie, laureat Medalu Mariana Smoluchowskiego za rok 2007. Wykład był rozszerzoną i zmodyfikowaną wersją wykładu Laureata na XXXIX Zjeździe Fizyków Polskich w Szczecinie. Dowiedzieliśmy się, że historia fizyki półprzewodników jest znacznie krótsza od historii innych rodzajów ciał stałych, np. metali czy materiałów magnetycznych. Za jej początek można uznać publikację A.H. Wilsona z roku 1931, lecz faktyczny rozwój fizyki półprzewodników nastąpił po 1950 r. i wiązał się z odkryciem tranzystora w 1948 r. Wykładowca



Robert Gałązka i autor notatki przed budynkiem rektoratu AJD

omówił wybrane zagadnienia związane z badaniami półprzewodników, ich stan obecny i perspektywy. Wskazał aktualne tendencje w badaniach zjawisk fizycznych i technologii materiałowej, zwracając szczególną uwagę na układy niskowymiarowe i zjawiska zależne od spinu.

26 listopada 2007 r. prof. Kazimierz Różański z AGH przedstawił wykład „Globalne zmiany klimatu”. To również była rozszerzona wersja wykładu ze Zjazdu w Szczecinie. Wykładowca stwierdził, że gwałtowne zmiany klimatu nie są niczym nowym w historii klimatycznej Ziemi, a obecny stan wiedzy o systemie klimatycznym nie pozwala na jednoznaczne stwierdzenie, czy i kiedy dodatkowe wymuszenie pochodzenia antropogenicznego może przeprowadzić ten system w nowy, nieznany stan; taką możliwość należy jednak brać pod uwagę. Tematyka wykładu przyciągnęła bardzo wielu słuchaczy: studentów (ochrony środowiska, chemii, biotechnologii, edukacji technicznej i informatyki, fizyki), pracowników AJD oraz licealistów.

Na kolejnych posiedzeniach goście z Warszawy i Wrocławia przedstawili ciekawe, aktualne zagadnienia działów fizyki, którymi się zajmują. 12 marca 2008 r. doc. Roman Puźniak (IF PAN, Warszawa) wygłosił wykład „ $MgB_2$  – nadprzewodnik o dwóch przerwach – wyzwanie dla eksperymentu i teorii”, a 9 kwietnia 2008 r. prof. Antoni Ciszewski (IFD UWr) omówił „Zmiany strukturalne i morfologiczne powierzchni indukowane adsorbentem”. 17 kwietnia 2008 r. odbyły się dwa seminaria: prof. Marta Cieplak (IF PAN) przedstawiła wykład „Diagram fazowy i dynamika wirów w dwuwarstwach nadprzewodnik/ferromagnetyk”, a prof. Marek Cieplak (także z IF PAN) omówił „Mechaniczne rozciąganie pojedynczych molekuł białek”.

24 kwietnia 2008 r. prof. Zbigniew Jacyna-Onyszkiewicz (Wydział Fizyki UAM, Poznań) w wykładzie „Kosmogenezis kwantowa” przedstawił możliwy scenariusz kwantowej kreacji Wszechświata, a 19 maja 2008 r. mgr Monika Puchalska (IFJ PAN, Kraków) w wykładzie „Ocena narażenia astronautów przebywających w otwartej przestrzeni kosmicznej na promieniowanie kosmiczne” omówiła wyniki swej pracy doktorskiej wykonanej w ramach eksperymentu MATROSHKA, polegającego na badaniach fantomu ludzkiego ciała umieszczonego w otwartej przestrzeni kosmicznej.

*Wojciech Gruhn*

## ■ Tytuły profesorskie

Prezydent Rzeczypospolitej Polskiej nadał tytuł naukowy profesora nauk fizycznych: w dniu 14 kwietnia 2008 r. – Włodzimierzowi Adamowi Bednarkowi (UŁ) i Radosławowi Szmytkowskiemu (PG), 24 kwietnia 2008 r. – Grzegorzowi Władysławowi Bąkowi (PŁ) i Waldemarowi Janowi Urbanowi (UW).

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

## ■ Stulecie urodzin Mariana Mięśowicza

W listopadzie 2007 r. minęło 100 lat od urodzin Mariana Mięśowicza (1907–92), jednego z najwybitniejszych polskich fizyków, autora klasycznej pracy z dziedziny badań ciekłych kryształów, twórcy krakowskiej szkoły fizyki cząstek, prekursora polskiej geofizyki jądrowej oraz nauczyciela akademickiego dla kilkudziesięciu roczników studentów Akademii Górniczo-Hutniczej. Z okazji tej rocznicy jego uczniowie i przyjaciele z AGH, Instytutu Fizyki Jądrowej PAN, Uniwersytetu Jagiellońskiego, Polskiej Akademii Umiejętności oraz Polskiej Akademii Nauk zorganizowali szereg uroczystości (patrz II strona okładki).



Marian Mięśowicz

Najważniejsza sesja naukowa odbyła się 23 listopada w Auli PAU. Zgodnie z chronologią zainteresowań Profesora Mięśowicza pierwsze referaty dotyczyły badania ciekłych kryształów (Paweł Pierański) oraz promieniowania kosmicznego (sir Arnold Wolfendale i Francis Halzen). Andrzej Białas przedstawił sylwetkę Mięśowicza jako ojca krakowskiej fizyki cząstek, Martinus Veltman (Nobel 1999) opi-

sał długą drogę badań prowadzącą od promieniowania kosmicznego do LHC, Frank Wilczek (Nobel 2004) wygłosił wizjonerski referat o nowym złotym wieku fizyki, Kazimierz Przewłocki mówił o geofizyce jądrowej, a Jerzy Niewodniczański – o perspektywach zastosowań fizyki jądrowej w Polsce. Wszyscy podkreślali wkład Mięśowicza w omawiane zagadnienia.

W przerwie sesji odbyła się promocja książki *Marian Mięśowicz: życie i dzieło 1907–1992*, wydanej przez PAU. We wstępie do niej Agnieszka Zalewska pisze: „Książka składa się z pięciu części. Pierwsza – biograficzna – obejmuje krótkie kalendarium życia Profesora oraz przedruk obszernego artykułu samego Profesora pt. »Notatki autobiograficzne fizyka«, który ukazał się w *Kwartalniku Historii Nauki i Techniki* w 1987 r. Druga część dotyczy najważniejszych prac naukowych Profesora, a trzecia ukazuje sylwetkę wszechstronnego organizatora polskiego życia naukowego. Część czwarta zawiera osobiste wspomnienia ludzi, którzy mieli kontakt z Profesorem Mięśowiczem jako jego współpracownicy, uczniowie i przyjaciele. Te wspomnienia są tak różnorodne, że chyba najlepiej obrazują nieprzeciętną osobowość Profesora. Ostatnia część książki ukazuje Profesora we wspomnieniach jego najbliższej rodziny».

Nieco wcześniej, 16 listopada, w Archiwum PAU/PAN otwarto wystawę poświęconą Marianowi Mięśowiczowi, pokazującą fotografie i pamiątki po Profesorze. Wystawa ta była czynna do końca stycznia 2008 r.

Instytut Fizyki Jądrowej PAN uczcił setne urodziny Mięśowicza przez seminarium zorganizowane w auli Instytutu. Prowadzący je Kacper Zalewski zaprosił do osobistych wspomnień uczniów i przyjaciół Profesora. Odbyła się też projekcja filmu o Marianie Mięśowiczu pt. „Zrozumieć strukturę”, nakręconego przez Wytwórnę Filmów Oświatowych w 1981 r.

AGH uczciła pamięć Profesora 28 listopada. Rano złożono kwiaty na jego grobie na Cmentarzu Rakowickim. Uroczyste posiedzenie Senatu w auli AGH poprowadził rektor prof. Antoni Tajduś. Chór Zespołu Pieśni i Tańca AGH „Krakus” zaśpiewał Gaude Mater Polonia oraz Gaudemus igitur. Referat „Marian Mięśowicz – uczony, profesor AGH” wygłosił prorektor prof. Kazimierz Jeleń. Następnie wyświetlono film autorstwa Bogdana Muryna i Danuty Kisielewskiej, którzy wykorzystali fotografie ze zbiorów rodzinnych Profesora oraz archiwalne nagranie wywiadu, jaki w 1984 r. dla *Postępów Fizyki* przeprowadzili z nim Andrzej Białas i Kacper Zalewski.

Małgorzata Nowina Konopka

★ ★ ★

Marian Mięśowicz urodził się 21 listopada 1907 r. we Lwowie. Przez większość życia był związany z Krakowem, gdzie studiował fizykę na UJ, a później pracował jako profesor na AGH i w IFJ. Dyplom doktorski uzyskał w 1932 r. Dwa lata później, jako asystent na Wydziale Fizyki Akademii Górniczej (obecnie AGH), rozpoczął pionierskie bada-



nia w dziedzinie hydrodynamiki ciekłych kryształów, które zaowocowały odkryciem anizotropii ich lepkości. Zdefiniował współczynniki lepkości, które Pierre-Gilles de Gennes nazwał współczynnikami Mięśowicza.

Wyniki Mięśowicza, opublikowane w *Nature* w latach 1935 i 1946 (druga publikacja była opóźniona z powodu wybuchu II wojny światowej), stanowiły ważny przyczynek do rozwoju teorii nematycznych ciekłych kryształów i są ciągle jeszcze cytowane. W połowie lat trzydziestych Mięśowicz zainteresował się fizyką jądrową i fizyką promieniowania kosmicznego. Po kilkuletniej przerwie spowodowanej wojną kontynuował badania przenikliwej składowej tego promieniowania w kopalni soli w Wieliczce. Używając własnoręcznie zbudowanej aparatury, wraz z małą grupą współpracowników potwierdził istnienie tej składowej i obecność słabej składowej jonizującej, silnie pochłanianej przez otów. W przeciwieństwie do wcześniejszych interpretacji, poprawnie przypisał tę drugą składową naturalnemu promieniowaniu otaczającego ośrodka. Uzyskany wynik był pierwszą publikacją naukową zamieszczoną w *Physical Review* w 1950 r., opartą na pomiarach z użyciem wykonanych w Polsce detektorów. Ta wiele razy cytowana praca stała się załącznikiem szerokiej współpracy międzynarodowej, którą krakowska grupa fizyki wielkich energii nawiązała i którą kontynuuje. Pomiar w Wieliczce zapoczątkowały także współpracę z geologami i rozwój polskiej geofizyki jądrowej.

W roku 1950 Mięśowicz zainicjował w Krakowie badania promieniowania kosmicznego przy użyciu emulsji jądrowych. Ważne wyniki tej grupy dotyczyły badań kaskad elektromagnetycznych, co doprowadziło do pierwszej obserwacji efektu Czułakowa (wewnętrznego ekranowania ładunków elektrycznych par pozyton–elektron) i potwierdzenia efektów koherencyjnych w promieniowaniu hamowania elektronów o wielkiej energii, zgodnie z teoretycznymi przewidywaniami Landaua, Feinberga, Migdała i Pomeranczuka. Badania hadronowych lawin (dżetów) powstających w oddziaływaniach wysokoenergetycznego promieniowania kosmicznego z jądrami emulsji doprowadziły do modelu kul ognistych (ang. fireballs), nazwanego tak przez Giuseppe Cocconiego. Był to pierwszy krok do zrozumienia procesu wielorodnej produkcji cząstek poprzez badania korelacji międzycząstkowych, które później stało się standardowym narzędziem analiz. Mięśowicz rozumiał, że zderzenia cząstek promieniowania kosmicznego z jądrami emulsji mogą dostarczać informacji niedostępnych w zderzeniach hadron–hadron, a koncepcja sfery formacji, która fascynowała wielu eksperymentatorów i teoretyków, była ważną konsekwencją tego podejścia.

Mięśowicz miał istotny wpływ na rozwój współczesnej fizyki w Polsce. Wprowadził krakowskich fizyków cząstek do eksperymentów przy akceleratorach, od emulsji jądrowych, poprzez komory pęcherzykowe, po eksperymenty elektroniczne. Pod jego przewodnictwem w IFJ i AGH powstały grupy badań oddziaływań wielkich energii, liczące ok. 100 fizyków, inżynierów i techników. Grupy te uczestniczyły i nadal mają swój udział w dziesiątkach eksperymentów w CERN-ie, DESY, Fermilabie, Brookhaven Natio-

nal Laboratory, KEK i Pierre Auger Observatory. Zainicjował również badania teoretyczne w zakresie fizyki cząstek w Krakowie i dziś grupa krakowskich teoretyków zaznacza swoją obecność w międzynarodowej działalności na tym polu.

Mięśowicz był członkiem i wiceprezesem PAN, członkiem PAU i posłem na Sejm PRL. Mimo licznych obowiązków nigdy nie zaniedbywał fizyki. Dawał wiele swobody współpracownikom, żywo interesując się ich wynikami i osiągnięciami, zachęcał ich do podejmowania trudnych wyzwań, zawsze gotów do pomocy. Był także oddanym nauczycielem akademickim, który wykład mógł opuścić tylko z powodu ciężkiej choroby.

Grażyna Nowak, Maria Róžańska, Michał Turala

## ■ EPS ma 40 lat!

Na zebraniu Włoskiego Towarzystwa Fizycznego w 1965 r. w Bolonii powstała idea utworzenia wspólnej organizacji towarzystw fizycznych w Europie, organizacji, która byłaby właściwym forum do dyskusji naukowych zagadnień ponadnarodowych, koordynacji badań w dziedzinie fizyki, przyszłości czasopism fizycznych i, co było wówczas bardzo istotne, ułatwienia kontaktów fizyków zza żelaznej kurtyny z kolegami z krajów zachodnioeuropejskich. W roku 1966 na konferencji w Pizie powołano komitet, który doprowadził do realizacji tych planów i wreszcie 26 września 1968 r. na spotkaniu w Genewie zostało utworzone Europejskie Towarzystwo Fizyczne (EPS). Do tej organizacji przystąpiło początkowo 20 towarzystw krajowych oraz 62 członków indywidualnych. Obecnie ok. 100 tys. fizyków jest członkami EPS poprzez swoje narodowe towarzystwa, a 2500 jest członkami indywidualnymi.

EPS wydaje czasopismo *Europhysics News*, które ukazuje się 6 razy w roku. Otrzymują je wszyscy członkowie indywidualni, a dla członków towarzystw narodowych jest dostępne poprzez ich zarządy. Wspólnie z Włoskim Towarzystwem Fizycznym i brytyjskim Institute of Physics (IOP) publikuje 2 razy w miesiącu *Europhysics Letters* przedstawiające nietrywialne wyniki badań oraz idee mogące zainteresować szerokie grono fizyków; publikowane artykuły są recenzowane. Czasopismem mającym za zadanie podnoszenie poziomu nauczania fizyki na wyższych uczelniach jest *European Journal of Physics*, wydawany wspólnie z IOP. Ukazują się również streszczenia referatów ze wszystkich konferencji organizowanych przez EPS: *Europhysics Conference Abstracts*.

Europejskie Towarzystwo Fizyczne w marcu 2008 r. święciło swoje 40-lecie w Miluzie na dorocznym zebraniu Rady EPS, a główne uroczystości zaplanowano odbyć na Zebraniu Ogólnym 27 sierpnia w Rzymie w połączeniu ze spotkaniem Oddziału Materii Skondensowanej EPS.

*Europhys. News* 38, nr 6 (2007)

B. W.

## ■ Gigantyczny piezoopór

Zjawisko piezoelektryczne, polegające na zmianie oporu elektrycznego w wyniku naprężeń mechanicznych,

odkryli już w 1880 r. bracia Jacques i Pierre Curie. Urządzenia wykorzystujące ten efekt są od dawna konstruowane i powszechnie stosowane np. w czujnikach. Ze względu na możliwość wykorzystania w układach nanoelektronowych, w badaniach biologicznych i w mikroskopii sił atomowych poszukuje się obecnie materiałów, w których efekt byłby bardzo silny. Największą dotychczas zmianę oporu elektrycznego pod wpływem naprężeń mechanicznych w temperaturze pokojowej zaobserwowali Alistair Rowe z Politechniki w Palaiseau k. Paryża i jego współpracownicy z Wlk. Brytanii i Szwajcarii.

Skonstruowali oni układ hybrydowy aluminium–krzem (typu p). Jednoosiowe naprężenia wprowadzali wzdłuż osi [110] krzemu. Względna zmiana oporu na jednostkę naprężenia w zwykłych czujnikach piezoelektrycznych wynosi ok. 2, w bardziej wyrafinowanych, używanych np. jako mierniki przyspieszenia w samochodowych poduszkach powietrznych, osiąga 100. Przyrząd opracowany przez grupę Rowe'a ma wskaźnik nieomal 900 w temperaturze pokojowej. Wyższy stosunek został zaobserwowany przez innych badaczy jedynie w temperaturze kriogenicznej, w której efekt piezoelektryczny wzmacniają zjawiska kwantowe. Jak twierdzą autorzy, można się spodziewać, że zjawisko gigantycznego piezopoporu występuje nie tylko w hybrydzie Al–Si, lecz powinno zachodzić też w innych układach metal–półprzewodnik.

*Phys. Rev. Lett.* **100**, 145501 (2008)

B. W.

## ■ Wykład na cześć Baruta

Działająca w Turcji fundacja im. Assima Orhama Baruta, wybitnego tureckiego fizyka amerykańskiego pochodzenia zmarłego w 1994 r., organizuje corocznie wykłady poświęcone pamięci swego patrona. W bieżącym roku do wygłoszenia takiego wykładu został zaproszony prof. Edward Kapuścik (Uniwersytet Łódzki). Jego wykład odbył się 12 maja 2008 r. w starej auli Uniwersytetu Bogorii w Stambule i miał tytuł "Do we need physical constants?".

Michał Tadeusz Szanecki

## ■ *Neutrino* – towarzysz *Fotonu*

Zeszytowi 101 *Fotonu* towarzyszy *Neutrino* – „pismo dla uczniów o fizyce i astronomii”. Jak zwykle pełna inwencji i zapału, Zosia Gołąb-Meyer wraz ze swoim zespołem redakcyjnym postanowiła stworzyć pismo, którego treść pokazywałaby, jak ciekawa może być fizyka, a jednocześnie była zrozumiała dla uczniów.

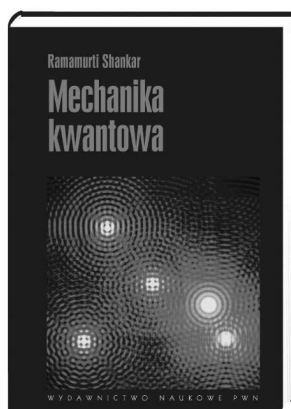
W numerze pierwszym stosownie do tytułu wydawnictwa opowiedziane jest, jak powstała idea neutrin, skąd się biorą, jak się je wykrywa. Jest też krótki szkic o Jacku Steinbergerze, jednym z badaczy doświadczalnych tej cząstki. Są także opisy prostych i ciekawych doświadczeń optycznych. Jak zapowiada Redakcja, wydawanie *Neutrino* będzie kontynuowane.

B. W.

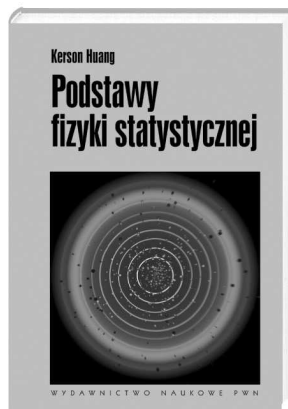
# Fizyka współczesna w PWN



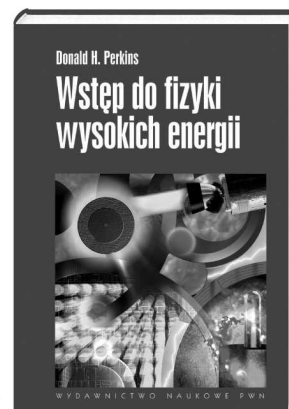
C.C. Gerry, P.L. Knight  
**Wstęp do fizyki kwantowej**




R. Shankar  
**Mechanika kwantowa**



K. Huang  
**Podstawy fizyki statystycznej**



D.H. Perkins  
**Wstęp do fizyki wysokich energii**

 WYDAWNICTWO NAUKOWE PWN • Zamów przez telefon: 0 801 33 33 88 (0,35 zł za 3 minuty) • Zamów przez Internet: [www.pwn.pl](http://www.pwn.pl)

## NOWE KSIĄŻKI

- Henryk Drozdowski, *Fizyczny obraz świata*, Wyd. Naukowe UAM, Poznań 2008, s. 390.
- Gary W. vanLoon, Stephen J. Duffy, *Chemia środowiska*, z jęz. angielskiego tłum. Władysław Boczoń i Leszek Wachowski; PWN, Warszawa 2007, s. 613.
- Robert M. Silverstein, Francis X. Webster, David J. Kiemle, *Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych*, z jęz. angielskiego tłum. Stefan Jankowski, Marek Potrzebowski, Marek Sochacki; PWN, Warszawa 2007, s. 502.
- Frank Wilczek, Betsy Devine, *W poszukiwaniu harmonii – wariacje na temat fizyki współczesnej*, z jęz. angielskiego tłum. Ewa L. Łokas i Bogumił Bieniok; Prószyński i S-ka, Warszawa 2007, s. 348.
- David G. Morris, *Stereochemia*, z jęz. angielskiego tłum. Agata Jurkiewicz; PWN, Warszawa 2008, s. 170.
- Shawn Doonan, *Białka i peptydy*, z jęz. angielskiego tłum. Zbigniew Zawadzki; PWN, Warszawa 2008, s. 188.
- Richard P. Feynman, *Wykłady o obliczeniach*, z jęz. angielskiego tłum. Jerzy Łusakowski; Prószyński i S-ka, Warszawa 2008, s. 283.
- Robert Matthews, *25 wielkich idei. Nauka, która zmienia nasz świat*, z jęz. angielskiego tłum. Janusz Marzigod; Wyd. CKA, Gliwice 2008, s. 198.
- Sławomir Leciejewski, *Rola zasad antropicznych w rozwoju współczesnej kosmologii*, Wyd. Naukowe Instytutu Filozofii UAM, Poznań 2007, s. 282.
- Jerzy Ginter, *Nie bój się pochodnej*, WNT, Warszawa 2008, s. 180 + dyskietka.
- Dava Sobel, *Córka Galileusza*, z jęz. angielskiego tłum. Norbert Radomski; Rebis, Poznań 2008, s. 384.
- *Fizyka matematyczna*, red. J. Stefaniak; Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2008, s. 194 (skrypt).
- R. Hołyst, A. Poniewierski, *Termodynamika w zadaniach*, Wyd. Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego, Warszawa 2008, s. 286.

## POSTĘPY FIZYKI W INTERNECIE

Zapraszamy do odwiedzania naszej strony internetowej  
<http://postepy.fuw.edu.pl>

## WKRÓTCE W POSTĘPACH

- *Antonino Zichichi o kopalni złota Yukawy*
- *Lillian Hoddeson o Johnie Bardeenie – fizyku nadzwyczajnym*
- *Peter Lax o matematyce i fizyce*

## 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 2008 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 2008 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 2008 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 dostępne 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 *Postępach 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).

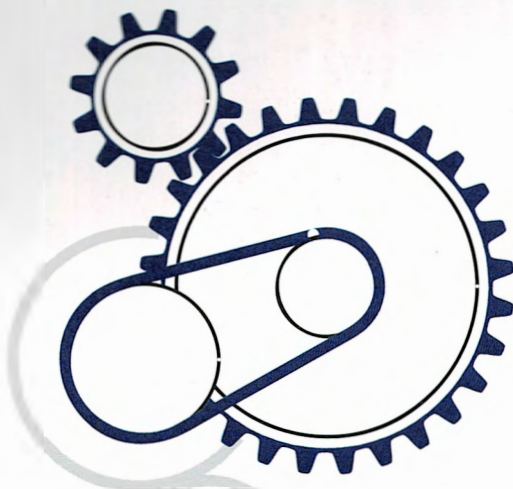
## POSTĘPY FIZYKI (ADVANCES IN PHYSICS)

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>).

Studenckie Koło Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego ma przyjemność zaprosić na VII edycję Ogólnopolskiej Sesji Kół Naukowych Fizyków, która odbędzie się w dniach 7-10 listopada 2008 na Kampusie Ochota w Warszawie.



## VII OSKNF

Ogólnopolska Sesja Kół Naukowych Fizyków to coroczna konferencja, w której biorą udział aktywni studenci fizyki i pokrewnych kierunków z całego kraju. OSKNF odbywa się co roku w innym mieście, a organizacją zajmują się studenckie koła naukowe działające na miejscowych uczelniach. Oś konferencji stanowią referaty uczestników związane z prowadzoną działalnością naukową.

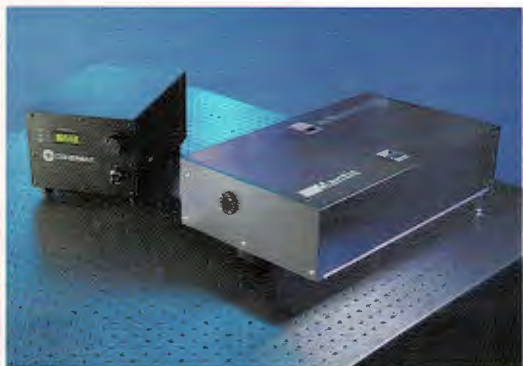


<http://skfiz.fuw.edu.pl/vii-osknf>  
[skfiz@fuw.edu.pl](mailto:skfiz@fuw.edu.pl)



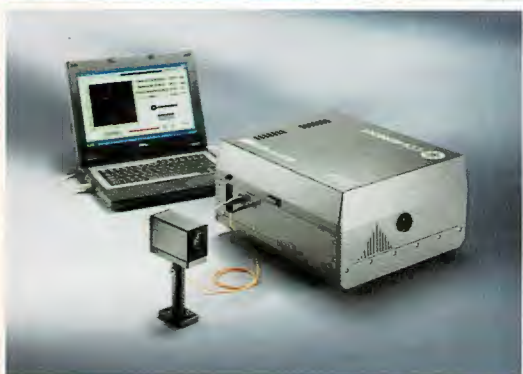


# Łatwe w obsłudze lasery i akcesoria do badań zjawisk ultrakrótkich



## Mantis™ jednobrytowy oscylator femtosekundowy

- szerokie pasmo (>70 nm)
- zintegrowany laser pompujący OPSP<sup>1</sup>
- rezonator z lustrami fazowymi



## Silhouette™ Modulator amplitudy i fazy

- aktywnie kontroluje kształt i pasmo impulsu
- "wycina" spektralne fragmenty pasma
- umożliwia pracę "wielokolorową"
- zastosowania: m.in. CARS, MPE, mieszanie wiązek



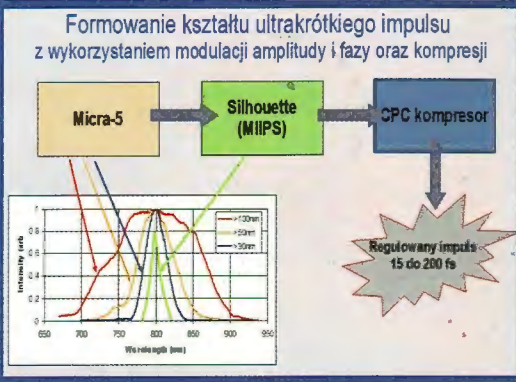
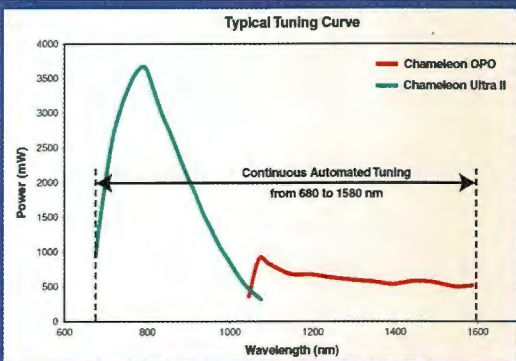
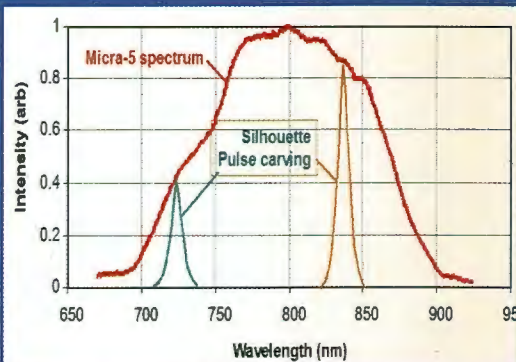
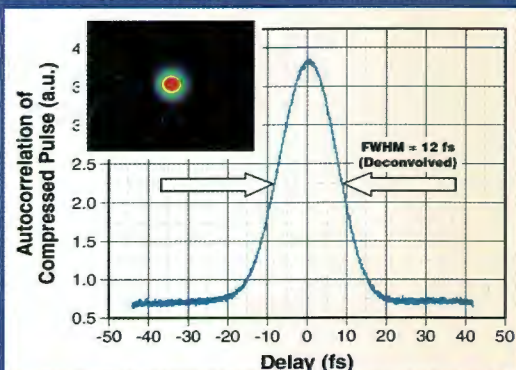
## Chameleon™ / OPO jednobrytowy oscylator femtosekundowy i synchronicznie pompowane OPO

- ciągłe, automatyczne strojenie 680-1580 nm (idler: 1600-3300nm)
- konfiguracje VIS lub IR
- Duża moc wyjściowa: >3.5 W oscylator, >700 mW OPO



## CPC™ Kompresor impulsów

- zwarta konstrukcja na lustrach fazowych
- kontrola GDD od -440 do +2640 fs<sup>2</sup>
- w połączeniu z szerokopasmowym oscylatorem i Silhouette zmienia szerokość impulsu od ~10 do 200 fs



<sup>1</sup> OPSP - pompowana optycznie dioda laserowa z podwajaniem częstotliwości. Ekonomiczna alternatywa dla pompowanych diodami laserów na ciele stałym.