

tom 61 zeszyt 6 rok 2010

nr indeksu 369721

cena 12 zł (0% VAT)

# POSTĘPY FIZYKI

Dwumiesięcznik Polskiego Towarzystwa Fizycznego



**Entropia Wszechświata**

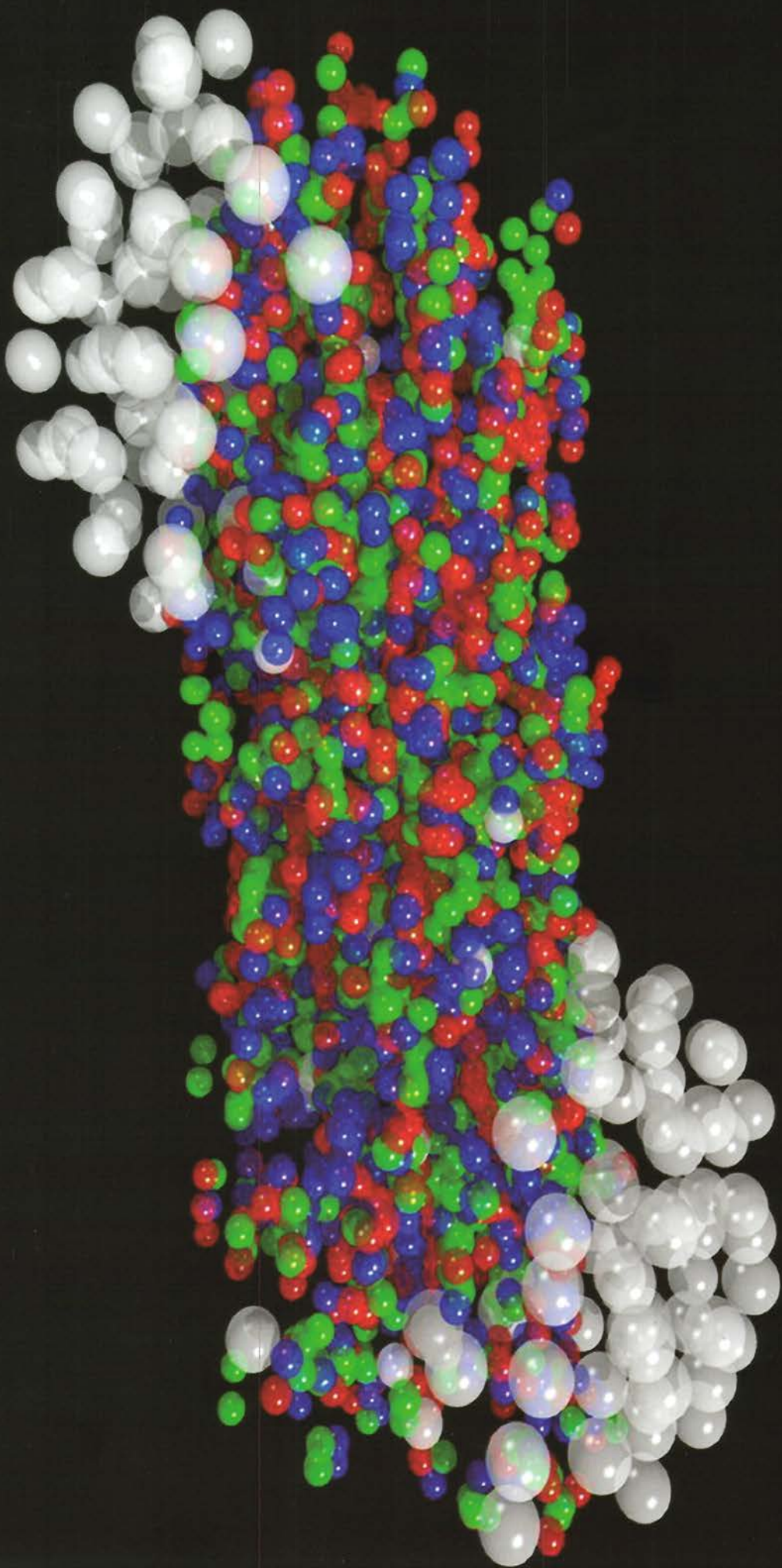
**Wielki Wybuch,  
Wielkie Rozdarcie,  
Wielki Kres**

**Stan materii po Wielkim Wybuchu  
Charles Babbage i Ada Byron**

ISSN 0032-5430







Symulacja komputerowa zderzenia dwóch jonów ołowiu (patrz artykuł str. 251)



RADA REDAKCYJNA

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

REDAKTOR HONOROWY

Adam Sobiczewski

KOMITET REDAKCYJNY

Jerzy Warczewski (redaktor naczelny), Maria Matlak (sekretarz redakcji),  
Michał Matlak, Magdalena Staszal

Adres Redakcji:

Instytut Fizyki UŚ, ul. Uniwersytecka 4, 40-007 Katowice,  
e-mail: postepy@fuw.edu.pl oraz jerzy.warczewski@us.edu.pl  
Internet: postepy.fuw.edu.pl

KORRESPONDENCI ODDZIAŁÓW PTF

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

POLSKIE TOWARZYSTWO FIZYCZNE

ZARZĄD GŁÓWNY

Wiesław A. Kamiński (prezes), Bohdan Grzdkowski (sekretarz  
generalny), Kazimierz Piotrowski (skarbnik), Mariusz Dąbrowski, Jacek  
Przemysław Goc, Zofia Gołąb-Meyer i Jerzy Warczewski (członkowie  
wykonawczy), Jacek Mściwój Baranowski, Maria Dobkowska, Henryk  
Figiel, Bernard Jancewicz, Stefan Kruszewski, Andrzej Ślebarski, Andrzej  
Zięba i Elżbieta Zipper (członkowie)

Adres Zarządu:

ul. Hoża 69, 00-681 Warszawa, tel./fax: 22-6212668,  
e-mail: ptf@fuw.edu.pl, Internet: ptf.fuw.edu.pl

PRZEWODNICZĄCY ODDZIAŁÓW PTF

Krzysztof Szymański (Białystok), Stefan Kruszewski (Bydgoszcz), Ewa  
Mandowska (Częstochowa), Bolesław Augustyniak (Gdańsk), Jacek  
Mazur (Gliwice), Wiktor Zipper (Katowice), Małgorzata Wysocka-Kunisz  
(Kielce), Wojciech Gawlik (Kraków), Jerzy Żuk (Lublin), Tadeusz Wibiąg  
(Łódź), Stanisław Waga (Opole), Roman Świetlik (Poznań), Marian  
Kuzma (Rzeszów), Włodimir Tomini (Słupsk), Mariusz P. Dąbrowski  
(Szczecin), Janusz Szatkowski (Toruń), Mirosław Karpiusz (Warszawa),  
Bernard Jancewicz (Wrocław), Marian Olszowy (Zielona Góra)

REDAKTORZY NACZELNI INNYCH CZASOPISM

WYDAWANYCH POD EGIDĄ PTF

Witold D. Dobrowolski – Acta Physica Polonica A, Michał Przaszłowicz  
– Acta Physica Polonica B, Andrzej Jamiolkowski – Reports on Mathe-  
matical Physics, Marek Kordos – Delta, Zofia Gołąb-Meyer – Foton,  
Zbigniew Wiśniewski (redaktor prowadzący) – Fizyka w Szkole

Czasopismo ukazuje się od 1949 roku.

Wydawca: Polskie Towarzystwo Fizyczne

Dofinansowanie: Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Patronat: Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego oraz Instytut  
Fizyki Uniwersytetu Śląskiego

Skład komputerowy, opracowanie okładki oraz druk i oprawa:

Oficyna Wydawniczo-Projektowa „Markan” Marcin Kandziora,

ul. Piastów 7/204, 40-866 Katowice, tel.: 32 254 28 09,

e-mail: markan6@o2.pl, drukarnia Kolumb,

e-mail: info@drukamiakolumb.pl

ISSN 0032-5430

SPIS TREŚCI

P. Gusin – Entropia Wszechświata .....	222
A. Krasieński – O maszynie różnicowej Charlesa Babbage i innych starych komputerach .....	229
P. Polak – Lwowska polemika wokół teorii względności w latach 1920-1921 .....	243
ZE ZJAZDÓW I KONFERENCJI .....	248
NOWI PROFESOROWIE .....	250
KRONIKA .....	251
WSPOMNIENIA .....	256

*Drodzy Czytelnicy!*

W niniejszym numerze *Postępów Fizyki* są trzy główne artykuły oraz kilka okolicznościowych. W pierwszym artykule Paweł Gusin przedstawia ewolucję Wszechświata poprzez ewolucję jego entropii. W różnych stadiach rozwoju Wszechświata entropia przyjmuje różne wartości. To zjawisko pozwala na oszacowanie objętości przestrzeni fazowej dostępnych stanów w stosunku do stanu obecnego i stanu Wielkiego Kresu. Chodzi tu o te niezwykle rzadkie dostępne stany, które mogą realizować Wielki Wybuch. Ten ostatni okazuje się w tych rozważaniach niezwykle mało prawdopodobnym. Okazuje się także, że przyszłość Wszechświata nie jest znana, ponieważ – czy to będzie Wielki Kres, czy Wielkie Rozdarcie, czy też jakikolwiek stan pośredni – zależy ona w sposób zasadniczy od natury dominującej we Wszechświecie ciemnej energii, a tej praktycznie biorąc w ogóle nie znamy. W drugim artykule Andrzej Krasieński oprowadza Czytelnika po Muzeum Historii Komputerów w Mountain View w Kalifornii. Omawia zasadę konstrukcji i działania rozmaitych dawnych komputerów ukazując na różnych przykładach ich ewolucję. Koncentruje się na osobie i dziele Charlesa Babbage'a. Chodzi tu o mechaniczne maszyny liczące jego konstrukcji a także ich rekonstrukcję dokonaną w ostatnich czasach. Obserwowanie działania tych zrekonstruowanych komputerów jest niezwykle pouczające. Babbage zetknął się i współpracował z Adą Byron, córką poety George'a Byrona niezwykle uzdolnioną w kierunku matematyki i logiki. Sformułowała ona podstawy teorii programowania i stworzyła pierwszy w historii program komputerowy. Przewidziała, że maszyna mogłaby przetwarzać nie tylko relacje między liczbami, lecz także i między symbolami. W trzecim artykule Paweł Polak opowiada o lwowskiej polemice z lat 1920-1921 dotyczącej percepcji teorii względności dając przyczynek do historii fizyki i filozofii przyrody a także ukazując jak zdolnych mieliśmy już wtedy ludzi, którzy potrafili zgłębić zasadnicze idee obu teorii względności i próbowali je popularyzować wśród fizyków polskich a także wśród bardziej oświeconych warstw społeczeństwa. Małgorzata Nowina Konopka w swoim artykule przedstawia kolejne osiągnięcia uzyskane za pomocą LHC w CERN. Chodzi tu o zderzenia jonów ołowiu biegnących w dwóch przeciwnych kierunkach. Już uzyskano wstępne sygnały od powstałej plazmy kwarkowo-gluonowej, która przedstawia formę materii, która powstała tuż po Wielkim Wybuchu. Mamy też sprawozdanie z XXIV Forum Dziekanów Wydziałów Fizyki oraz Dyrektorów Instytutów Fizyki, które przedstawia jego przewodniczący Ryszard Naskręcki. Jego notka profesorska znajduje się także w niniejszym numerze. Z kolei Zbigniew Jacyna Onyszkiewicz, Zdzisław Błaszczak i Bogdan Idzikowski opisują sesję wspomnieniową i nadanie audytorium Wydziału Fizyki UAM imion wybitnych Profesorów Szczepana Szczeniowskiego i Arkadiusza Piekary. Jest też sprawozdanie z uroczystości nadania nagród i wyróżnień Oddziału Gdańskiego PTF za popularyzację fizyki. Jest lista nowych profesorów nauk fizycznych. Są także inne kroniki.

Jerzy Warczewski



# Entropia Wszechświata

Paweł Gusin

Uniwersytet Śląski, Instytut Fizyki, Katowice

**Streszczenie:** Porównamy wartości entropii Wszechświata w różnych jego stadiach rozwoju. Takie porównania prowadzą do oszacowania objętości przestrzeni fazowej dostępnych stanów w stosunku do stanu obecnego i stanu Wielkiego Kresu. Chodzi tu o te niezwykle rzadkie dostępne stany, które mogą realizować Wielki Wybuch. Okazuje się, że Wielki Wybuch był nadzwyczaj wyjątkowy. Przyszły los Wszechświata nie jest do końca znany i czy to będzie Wielki Kres lub Wielkie Rozdarcie, czy coś innego pośredniego między tymi stanami, w sposób krytyczny zależy od natury ciemnej energii, która obecnie jest dominująca w obserwowalnym Wszechświecie.

## Entropy of the Universe

**Abstract:** We compare entropy of the Universe in different evolution states. Such comparison leads to the estimation of volume of the phase space of the allowed states in relation to the present state and to the Big Crunch state. It is about the very rare allowed states which can realize the Big Bang. As it turns out the Big Bang was very special. Future fate of the Universe is not known with the absolute certainty. What kind of the final state of the Universe will be: Big Crunch or Big Rip, or something in between these states, essentially depends on the nature of dark energy which nowadays dominates the observed Universe.

## Ogólna Teoria Względności i model Wszechświata

Ogólna Teoria Względności (OTW) jest klasyczną teorią grawitacji. Podstawowe równania OTW to równania wiążące geometrię czasoprzestrzeni (wyrażaną przez metrykę  $g_{\mu\nu}$ ) z rozkładem materii oraz pól (wyrażonym przez tensor energii-pędu  $T_{\mu\nu}$ ) będących w tej czasoprzestrzeni:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}g_{\mu\nu}R + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu} \quad (1)$$

gdzie  $R_{\mu\nu}$  jest tensorem Ricciego,  $R$  jest skalarem krzywizny a  $\Lambda$  jest stałą kosmologiczną. Z równań (1) (jest ich dziesięć) wyznacza się metrykę  $g_{\mu\nu}$  znając rozkład materii i pól. Można również postąpić odwrotnie znając metrykę wyznaczyć rozkład materii i pól. Jak dobrze wiadomo, równania (1) są równaniami nieliniowymi i przez to trudno rozwiązywalnymi bez dodatkowych założeń dotyczących

symetrii czasoprzestrzeni. Znane i dokładne rozwiązania są klasyfikowane ze względu na symetrie czasoprzestrzeni (np. [1]). Od chwili, kiedy Einstein napisał równania (1), zostały podejmowane próby zastosowania OTW do opisu Wszechświata, jako całości. Połączenie obserwacji astronomicznych ze szczególnymi rozwiązaniami równań pola (1) doprowadziły do poglądu, że Wszechświat miał początek i nie jest statyczny, lecz rozwija się dynamicznie. Jest to teoria Wielkiego Wybuchu. Przed powstaniem OTW teorią grawitacji było prawo powszechnego ciążenia Izaaka Newtona. Wszechświat w czasach Newtona był uważany za nieskończony w przestrzeni oraz trwający wiecznie, wszystkie zaś ciała podlegały w nim działaniu siły grawitacji malejącej wraz z kwadratem odległości. Jednakże taka wizja Wszechświata kryje w sobie poważny problem: dlaczego wszystkie gwiazdy nie



spadną na siebie? Jedyne rozwiązanie polegało na stwierdzeniu, że wszystkie gwiazdy są tak rozmieszczone, że ich siły przyciągania grawitacyjnego są zrównoważone przez inne gwiazdy a cały układ jest statyczny i pozostaje bez ruchu. Takie rozwiązanie problemu było w pełni uzasadnione, ponieważ nikt w tamtych czasach nie obserwował jakichkolwiek ruchów gwiazd. Jednakże taki Wszechświat był wyjątkowo niestabilny. Innym kłopotem z nieskończonym Wszechświatem był problem zauważony przez Keplera: dlaczego w nocy jest ciemno? Nieskończona liczba gwiazd powinna dawać nieskończoną jasność nieba. Zagadnieniem tym zajął się niemiecki lekarz i fizyk Heinrich Olbers około roku 1820. Obecnie problem ten nosi nazwę paradoksu Olbersa. Aby go rozwiązać Olbers wysunął przypuszczenie, że przestrzeń kosmiczna jest wypełniona obłokami materii, które pochłaniają światło gwiazd. Jednak takie rozwiązanie nie ma sensu we Wszechświecie, który jest nieskończony i istnieje wiecznie, ponieważ takie obłoki również by się podgrzały i świeciły jak reszta otoczenia. Rozwiązanie problemu ciemnego nieba w nocy przyszło zupełnie nieoczekiwanie zupełnie z innej strony. Zostało podane przez Edgara Allana Poe, który był poetą i przeszedł do historii, jako pisarz opowiadań grozy. W poemacie kosmologicznym z marca roku 1848 o tytule *Eureka: A Prose Poem* Poe twierdzi, że Wszechświat nie jest wieczny, lecz miał początek w czasie a światło z odległych gwiazd jeszcze nie zdążyło dotrzeć na Ziemię i dlatego w nocy jest ciemno [2]. Jego rozwiązanie nie zostało poważnie potraktowane przez nikogo, chociaż jak się okazało Poe miał rację i można go uważać za proroka teorii Wielkiego Wybuchu.

Obecnie przyjęty model Wszechświata jest oparty na teorii Wielkiego Wybuchu. Termin Wielki Wybuch został użyty przez Freda Hoyle'a w celu wykpienia tego odstręczającego dla niego poglądu, że Wszechświat mógł powstać i mieć swój początek. Jednakże jak pokazały obserwacje Wielki Wybuch miał miejsce. Jedną z jego widocznych pozostałości jest mikrofalowe promieniowanie tła. Sam termin wybuch może być mylący i może nasuwać skojarzenie, że coś wybuchło w czymś. A tak nie jest. Wielki Wybuch w niczym nie wystąpił. W procesie tym po-

wstały czas i przestrzeń oraz wszystko to, co jest. Tak postuluje ta teoria, która opiera się na równaniach pola (1) oraz na zasadzie kosmologicznej, która mówi: Wszechświat w największej skali odległości jest jednorodny i izotropowy przestrzennie. Czyli jest wysoce symetryczny. Zasada ta pozwala bardzo uprościć równania (1). Materia w takim modelu jest opisana cieczą idealną o gęstości  $\rho$  oraz ciśnieniu  $p$ . Natomiast geometria czasoprzestrzeni, czyli metryka  $g_{\mu\nu}$  jest metryką Friedmanna-Lemaître'a-Robertsona-Walkera (1922, 1927, 1935) i przyjmuje postać:

$$g_{\mu\nu}dx^\mu dx^\nu = -dt^2 + \quad (2)$$

$$a^2(t) \left[ \frac{dr^2}{1-Kr^2} + r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\varphi^2) \right]$$

Jest to jedyna metryka spełniająca zasadę kosmologiczną, jak wykazali to Howard Percy Robertson<sup>1</sup> (USA) i Arthur Geoffrey Walker (Wielka Brytania) w 1935 roku. W równaniu (2)  $a(t)$  jest parametrem skali, parametr  $K$  jest krzywizną przestrzenną (nie czasoprzestrzenną!) i przyjmuje wartości:

- $K = +1$ , co odpowiada geometrii trójwymiarowej sfery,
- $K = 0$ , wtedy przestrzeń jest płaska (euklidesowa),
- $K = -1$ , co odpowiada trójwymiarowej geometrii hiperbolicznej.

Równania (1) dla metryki (2) i cieczy idealnej przyjmują postać:

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 = \frac{8\pi G}{3} \left( \rho + \frac{c^2}{8\pi G} \Lambda \right) - \frac{Kc^2}{a^2} \quad (3)$$

$$\frac{\ddot{a}}{a} = -\frac{4\pi G}{3c^2} (c^2\rho + p) + \frac{c^2}{3} \Lambda \quad (4)$$

Kropka nad  $a$  oznacza pochodną po czasie  $t$ . Aby je rozwiązać, czyli określić, jak zależy  $a$  od czasu  $t$ , należy jeszcze podać równanie stanu, czyli zależność gęstości energii  $\rho$  od ciśnienia  $p$ . Równania te w podobnej postaci otrzymał rosyjski matematyk i fizyk Aleksander Friedmann w 1922 roku i było to jeszcze przed odkryciem ekspansji Wszechświata dokonany przez Hubble'a w 1929 roku. [Przesunięcie ku czerwieni odległych obiektów było już obserwowane przez astronomów Jamesa Edwarda Kee-

<sup>1</sup> Robertson również pracował, jako agent CIA w wywiadzie naukowym. Na początku lat 50-tych XX wieku został szefem komisji mającej określić wiarygodność doniesień na temat UFO, tzw. panel Robertsona.



lera, Vesto Melvin Sliphera oraz Williama Wallace'a Campbella przed rokiem 1917. Jednakże dopiero Hubble na podstawie swoich i Sliphera obserwacji ustalił związek prędkości obiektu z jego odległością]. Praca Friedmanna została opublikowana pod tytułem "Über die Krümmung des Raumes" w piśmie "Zeitschrift für Physik" [3]. Recenzentem był Einstein, który stwierdził, że praca pod względem matematycznym jest poprawna, ale nie ma żadnego uzasadnienia fizycznego (!). Praca ta idzie w zapomnienie. W roku 1925 umiera Friedmann na tyfus nie dowiedziawszy się o wynikach Hubble'a. Ponownie równania (3) i (4) zostają odkryte niezależnie w 1927 przez belgijskiego księdza Georges'a Lemaître'a w pracy [4]. Praca wzbudza zainteresowanie Eddingtona i zostaje uznana przez fizyków po odkryciu ekspansji Wszechświata. Jak można wydedukować z równania (4) normalna materia z gęstością energii  $\rho$  i ciśnieniem  $p$  powoduje hamowanie ekspansji poprzez działanie sił grawitacyjnych, jednakże dodatnia stała kosmologiczna działa zupełnie odwrotnie (!). Przyspiesza ekspansję, co wydaje się być zgodne z obecnymi obserwacjami. W równaniu (3) określa się parametr (stałą) Hubble'a  $H$ , która zależy od czasu  $t$  jako:  $H = \dot{a}/a$ . Gdy przyjmie się, że krzywizna przestrzeni  $K=0$ , czyli przestrzeń jest płaska to z równania (3) określa się tzw. gęstość krytyczną  $\rho_0$  w chwili  $t_0$  ( $t_0$  jest wiekiem Wszechświata), jako:  $\rho_0 = 3H^2(t_0)/8\pi G$ . W określeniu gęstości krytycznej jest uwzględniona stała kosmologiczna  $\Lambda$ .

## Parametry obserwowalnego Wszechświata

Gdy cofamy się w czasie, czyli zbliżamy się do momentu Wielkiego Wybuchu, to promień Wszechświata maleje. W tych wczesnych chwilach istnienia materia i promieniowanie pozostawały w równowadze cieplnej w bardzo wysokiej temperaturze. Z upływem czasu następowała ekspansja przestrzeni oraz spadek temperatury. W chwili, gdy temperatura spadła do ok. 4000 K, swobodne elektrony zostały związane ze swobodnymi protonami a promieniowanie mogło swobodnie przemierzać przestrzeń, czyli nastąpiło oddzielenie materii od promieniowania. „Miejsce w przestrzeni”, kiedy to nastąpiło jest nazwane powierzchnią ostatniego rozpraszania i było to ok. 400 000 lat od chwili Wielkiego Wybuchu. Najdalsza odle-

głość, która może być obserwowana za pomocą fal elektromagnetycznych, to powierzchnia ostatniego rozpraszania. Fotony emitowane przez tę powierzchnię są obserwowane na Ziemi jako mikrofalowe promieniowanie tła, którego rozkład energetyczny jest rozkładem promieniowania ciała doskonale czarnego. Ten charakterystyczny rozkład promieniowania ciała doskonale czarnego świadczy o tym, że oddzielenie materii od promieniowania nastąpiło gwałtownie, oraz o następującym związku temperatury Wszechświata  $T(t)$  w czasie  $t$  i jego promienia  $a$  w tym samym czasie:  $T(t)a(t) = const$ . Obecnie temperatura  $T(t_0)$  jest równa 2.7 K i jest uznawana, jako temperatura Wszechświata, gdzie  $t_0$  jest wiekiem Wszechświata. Z powodu ekspansji i skończonego czasu istnienia przestrzeni część fotonów wysłanych przez odległe galaktyki nie zdążyła jeszcze dotrzeć na Ziemię, natomiast fotony z galaktyk leżących poza tzw. horyzontem cząstek nigdy nie osiągną Ziemi i te galaktyki nigdy nie będą obserwowane [5]. Obserwowalny Wszechświat (OW) jest określony jako wszystkie zdarzenia leżące wewnątrz stożka przeszłości Ziemi. Mniej precyzyjnie można powiedzieć, że OW jest zbiorem galaktyk i innych obiektów, z których dociera na Ziemię promieniowanie elektromagnetyczne. Z tych rozważań wynika, że cały Wszechświat jest prawdopodobnie większy od obserwowalnego Wszechświata. W przypadku zaś, gdy stała kosmologiczna jest większa od zera, cały Wszechświat nigdy nie będzie obserwowalny. Jednakże istnieje również pogląd przeciwny mówiący, że obserwowalny Wszechświat jest mniejszy od całego Wszechświata, który ma kształt trójwymiarowego dwunastościanu [6] a część obserwowanych galaktyk to jedna i ta sama galaktyka widziana w różnych chwilach swojej ewolucji. Obecna wartość stałej (parametru) Hubble'a jest równa [7]:

$$H(t_0) = 69.7 \left[ \frac{km}{sMpc} \right] = 2.2586 \times 10^{-18} \left[ \frac{1}{s} \right], \text{ gdzie } 1pc = 3.086 \times 10^{16}m.$$

Przyjmuje się, że obserwowalny Wszechświat jest płaski ( $K = 0$ ) i ma następujące parametry:

- Wiek:  $t_0 = 13.75 \times 10^9$  lat.
- Promień  $R = 46.6 \times 10^9$  lat światła =  $43.5 \times 10^{25}$  m.
- Gęstość materii  $\rho$  jest równa gęstości krytycznej:  $\rho = \rho_0 = 9.1 \times 10^{-27}$  [kg/m<sup>3</sup>]. Ta gęstość składa się z: 4% barionowej materii (widocznej), 25%



ciemnej materii i 71% ciemnej energii. Czym jest ciemna materia i ciemna energia, nie jest wiadome, są tylko podejrzenia dotyczące natury tych składników Wszechświata.

- Objętość ( $K = 0$ ):

$$V = 4\pi R^3/3 = 3.44 \times 10^{80} m^3.$$

- Masa:

$$M = \rho_0 V = 3.13 \times 10^{54} [kg].$$

- Liczba galaktyk w OW:

$$N_G \approx 10^{11}.$$

- Liczba gwiazd:

$$N_g = 3 \sim 7 \times 10^{22}.$$

- Liczba atomów:

$$N_a \geq 10^{80}.$$

## Wszechświat, czarne dziury i entropia

Entropia  $S$  układu w ustalonym makroskopowym stanie (makrostan) jest określona jako:

$$S = k \ln \Omega, \quad (5)$$

gdzie  $k = 1.3806568 \times 10^{-23} [J/Kelvin]$  jest stałą Boltzmana,  $\Omega$  zaś jest liczbą mikrostanów realizujących ten ustalony makroskopowy stan. Oznacza to, że im więcej jest mikrostanów realizujących dany mikrostan, to tym bardziej jego entropia się zwiększa. Samo słowo entropia jest składanką dwóch greckich słów *en*, co oznacza "w", i *tropos*, co znaczy "zwrot, obrót" [8]. Stan, w którym znajdował się Wszechświat po Wielkim Wybuchu miał jednorodny rozkład energii, co mogłoby sugerować dużą entropię. Tak byłoby, gdyby nie było grawitacji. Siła grawitacji powoduje przyciąganie i kumulację jakichkolwiek niejednorodności energii (masy) wraz z upływem czasu. Proces taki doprowadził do powstania galaktyk, gwiazd itd. Oznacza to, że gaz masywnych cząstek oddziałujący grawitacyjnie ma mniejszą entropię niż utworzone z tych cząstek jedno ciało (gwiazda). Jeżeli taka gwiazda przekroczy krytyczną masę  $m_{TOV}$  (granica Tolmana-Oppenheimera-Volkoffa) równą dwóm masom słońca  $M_s \approx 2 \times 10^{30} [kg]$ , to w ciągu dalszej ewolucji może powstać czarna dziura w wyniku grawitacyjnego zapadania. Jest to obiekt charakteryzujący się tym, że może tylko pochłaniać każdą formę energii natomiast żadna forma energii nie może się z niego wydostać. Tak twierdzi klasyczna OTW. Granica czarnej dziury to tak zwany horyzont zdarzeń. Jest to powierzchnia w przestrzeni, po przejściu której nie ma powrotu. Wszystko to, co przekroczy horyzont zdarzeń, jest stracone i nigdy nie

wróci do świata znajdującego się na zewnątrz horyzontu. Jak się okazuje czarna dziura jest charakteryzowana tylko trzema fizycznymi parametrami: masą  $m$ , momentem pędu  $J$  oraz ładunkiem elektrycznym  $q$ . Jest to twierdzenie o tym, że czarna dziura nie ma włosów. Wynika z tego, że w procesie powstawania czarnej dziury ginie ogromna ilość informacji. Do opisu stanu początkowego zapadającego się grawitacyjnie ciała potrzebna jest ogromna liczba parametrów natomiast stan końcowy jest opisany tylko trzema parametrami. Gdy taki proces jest rozpatrywany klasycznie (bez kwantowych zjawisk), to taka utrata informacji nie ma znaczenia. Można powiedzieć, że cała informacja została ukryta pod horyzontem zdarzeń. W przypadku, gdy są uwzględniane zjawiska kwantowe, okazuje się, że czarna dziura promieniuje termicznie i traci w sposób nieodwracalny całą informację ukrytą pod horyzontem zdarzeń [9, 10]. Temperatura promieniowania  $T_{BH}$  jest proporcjonalna do grawitacji powierzchniowej i dla nierotującej czarnej dziury o masie  $m$  jest równa:

$$T_{BH} = 1.22 \times \frac{10^{23}}{m} [Kelvin],$$

natomiast czas, po którym taka dziura wyparuje, jest równy:  $t_{ev} = 2.66 \times 10^{-24} m^3 [lata]$ . Hawking twierdzi, że taka utrata informacji jest dodatkową kwantową zasadą nieoznaczoności w stosunku do zasady nieoznaczoności Heisenberga, jaka jest związana z mechaniką kwantową. Trawestując słowa Einsteina: "Bóg nie gra w kości" Hawking mówi: "Bóg nie tylko gra w kości, ale czasami je rzuca tam, gdzie nie można ich zobaczyć". Przed odkryciem promieniowania termicznego czarnej dziury były stwierdzone analogie między zasadami termodynamiki wiążącymi energię i entropię układu a parametrami opisującymi czarną dziurę [11]. Entropii miało odpowiadać pole powierzchni horyzontu zdarzeń. Jednakże dopiero po odkryciu temperatury czarnej dziury można było ustalić prawa termodynamiki czarnej dziury. Entropia Bekensteina-Hawkinga  $S_{BH}$  czarnej dziury [9, 10] jest maksymalną entropią, którą może mieć układ o masie  $m$ :

$$S_{BH} = \frac{kA}{4l_{Pl}^2} [J/Kelvin], \quad (6)$$

gdzie

$$l_{Pl} = \sqrt{G\hbar/c^3} = 1.6 \times 10^{-35} [m]$$



jest długością Plancka,  $A$  jest polem powierzchni horyzontu zdarzeń i jest funkcją masy  $m$ .

W przypadku nieobrcającej się czarnej dziury pole powierzchni jest równe:

$$A = \frac{16\pi G^2 m^2}{c^4},$$

a entropia wtedy przyjmuje postać:

$$S_{BH} = \frac{4\pi k m^2}{m_{Pl}^2}, \quad (7)$$

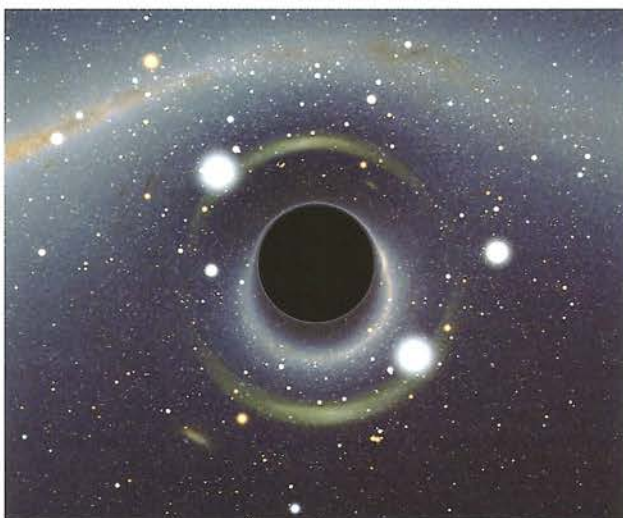
gdzie

$$m_{Pl} = \sqrt{c\hbar/G} = 2.1 \times 10^{-8} [kg]$$

jest masą Plancka. Próby statystycznego objaśnienia (czyli określenia kwantowych mikrostanów) entropii czarnej dziury są pełne niejasności z powodu braku pełnej kwantowej teorii grawitacji. Jednym z podejść do tego problemu jest teoria superstrun, która jest uważana za kwantową teorię grawitacji, więc powinna ona wyznaczyć te kwantowe mikrostrany, które dają entropię czarnej dziury. Zostało to zrobione w roku 1995 dla bardzo szczególnego modelu pięciowymiarowej supersymetrycznej czarnej dziury [12]. Dla szerokiej klasy supersymetrycznych czarnych dziur w różnych wymiarach przestrzennych te kwantowe mikrostrany w teorii superstrun zostały znalezione w [13].

Ocenia się, że w centrum każdej galaktyki znajduje się supermasywna czarna dziura o masie  $m_{BH}$  z przedziału

$$10^6 M_S \leq m_{BH} \leq 10^9 M_S \quad [14].$$



Symulacja obrazu nierotującej czarnej dziury. Obserwator znajduje się w odległości dziewięć razy większej od promienia horyzontu zdarzeń.

[[http://en.wikipedia.org/wiki/File:BH\\_LMC.png](http://en.wikipedia.org/wiki/File:BH_LMC.png)]

W centrum naszej galaktyki znajduje się supermasywna czarna dziura o masie około 4 milionów mas Słońca  $M_S$ .

Aby zrozumieć wyjątkowość stanu początkowego w teorii Wielkiego Wybuchu, należy określić entropię początkową  $S_i$ , entropię obecną  $S_n$  oraz określić entropię końcową  $S_f$  obserwowalnego Wszechświata. We wczesnym Wszechświecie istniało tyle samo cząstek, co i antycząstek, więc jak w takim razie nie uległy one anihilacji dając Wszechświat wypełniony promieniowaniem? Jest to problem asymetrii barionowej. Przedtem zanim Wszechświat stał się przezroczysty, zakłada się, że materia i promieniowanie tworzyły układ o temperaturze  $T$  będący w równowadze termodynamicznej. Jak jest pokazane w [15 rozdz. 15], gęstość entropii fotonów  $s$  na jedną cząstkę materii takiej mieszaniny jest równa:

$$s = 73 \times \frac{10^6 k T^3}{n} \quad [J/(Kelvin m^3)], \quad (8)$$

gdzie  $n$  jest liczbą cząstek w jednym metrze sześciennym w chwili  $t$ . Z zasady zachowania liczby cząstek oraz z tego, że iloczyn temperatury i czynnika skali  $a$  jest stały gęstość entropii  $s$  przyjmuje postać

$$s = 73 \times 10^6 k T_0^3 / n_0, \quad (9)$$

gdzie  $T_0$  jest obecną temperaturą promieniowania tła oraz  $n_0$  jest obecną liczbą cząstek. Dla temperatury tła  $2.7 K$  gęstość entropii  $s$  na barion i metr sześcienny jest równa:  $s = 1.9838 \times 10^{-14}$ . Dla całkowitej liczby barionów  $n_0 = 10^{80}$  całkowita entropia  $S$  jest równa:  $S = n_0 s$  i wynosi:  $S \approx 2 \times 10^{66} [J/Kelvin]$ . Wartość tę przyjmuje się za entropię początkową Wszechświata  $S_i \approx 2 \times 10^{66} [J/Kelvin]$ . Jest to uzasadnione tym, że od chwili, kiedy powstały bariony, ich liczba pozostaje stała. Entropia czarnej dziury  $S_{BH}$  znajdującej się w naszej galaktyce jest równa (r.7):  $S_{BH} \approx 10^{65} [J/Kelvin]$ . Jak widać jest ona mniejsza o jeden rząd wielkości od entropii początkowej  $S_i$ . Widać z tego że największy wkład do obecnej entropii będą miały supermasywne czarne dziury (SCD) znajdujące się w jądrach galaktyk. Całkowita masa tych dziur jest równa:

$$m_T = 10^{11} (\text{liczba galaktyk}) \times 10^{36} \\ (\text{masa typowej SCD}) = 10^{47} [kg],$$

więc obecna entropia Wszechświata  $S_n$  jest równa:  $S_n \approx 10^{78} [J/Kelvin]$ . Wszechświat osiągnie swoją maksymalną entropię  $S_f$ , gdy wszelkie formy energii-masy zostaną uwięzione w postaci czarnej dziury czyli, gdy zostanie osiągnięty



Wielki Kres. Obecnie taki scenariusz nie wydaje się prawdopodobny, ponieważ obserwuje się coraz szybszą ekspansję przestrzeni spowodowaną ciemną energią, której natura jest nieznana. Jednakże istnieją dowody na to, że Wszechświat był hamowany przed obecnym okresem przyspieszonej ekspansji [16]. A zatem istnieje możliwość, że Wszechświat pogrąży się w Wielkim Kresie [17]. Istnieje również koncepcja Wielkiego Rozdarcia, kiedy wszystko pogrąży się w końcowej osobliwości a promień obserwowalnego Wszechświata zmaleje do zera [18]. Masa czarnej dziury, powstającej w Wielkim Kresie jest całą masą Wszechświata, to jest  $3 \times 10^{54}$  kg, więc maksymalna entropia  $S_f$  jest równa:  $S_f \approx 10^{101}$  [J/Kelvin]. Liczby stanów w przestrzeni fazowej, które realizują powyższe wartości entropii, są dane przez związek:

$$\Omega_A = \exp(S_A/k), \quad (10)$$

gdzie  $A = i, n, f$ . Korzystając z równania (10) otrzymamy następujące liczby stanów realizujących początkową, obecną i końcową entropię:

$$\Omega_i = 10^{10^{89}}, \quad \Omega_n = 10^{10^{101}},$$

$$\Omega_f = 10^{10^{124}}.$$

(W powyższych wyrażeniach zastąpiliśmy liczbę Eulera  $e \approx 2.71$  przez 10, co dla tak ogromnych liczb nie ma znaczenia.) Możemy przyjąć, że całkowita liczba stanów (odpowiednio unormowana) jest dana przez  $\Omega_f$ . Prawdopodobieństwo  $p_{if}$ , że Wszechświat znalazł się w którymś ze stanów realizujących warunki początkowe jest równe:

$$p_{if} = \frac{\Omega_i}{\Omega_f} = 10^{-10^{124}}.$$

Natomiast prawdopodobieństwo tego, że znajdujemy się w obecnym stanie  $p_{in}$  jest równe:

$$p_{in} = \frac{\Omega_i}{\Omega_n} = 10^{-10^{101}}.$$

Jak widać, wartości te świadczą o niezwyklej wręcz wyjątkowości naszego Wszechświata. Precyzja, z jaką zostały wybrane warunki początkowe dla Wszechświata, jest nadzwyczajna. Powstaje pytanie, czy istnieje jakiś mechanizm pozwalający wyjaśnić taką precyzję w wyborze warunków początkowych. Powyższe rozważania mają sens wtedy, gdy się przyjmuje, że entropia czarnych dziur ma sens fizyczny. Jeżeli zostanie pominięta entropia czarnych dziur [19], to ma-

ksymalna entropia będzie pochodziła od fotonów promieniowania tła i wyjątkowość wyboru warunków początkowych nie będzie już tak imponująca.

## Podsumowanie

Porównanie wartości entropii początkowej, obecnej i końcowej pokazuje jak wyjątkowy musiał być Wielki Wybuch i jak jest wyjątkowy nasz Wszechświat. Objętość przestrzeni fazowej, która realizuje warunki początkowe Wielkiego Wybuchu, jest naprawdę znikoma w porównaniu do całej objętości przestrzeni fazowej Wszechświata. Wielkością przydatną do opisu objętości przestrzeni fazowej jest entropia. Drugie prawo termodynamiki mówi o tym, że w każdym procesie entropia układu rośnie lub pozostaje stała. Czyli układ przechodzi z obszarów o mniejszej objętości do obszarów o większej objętości w przestrzeni fazowej i osiąga równowagę termodynamiczną, gdy dostanie się do obszaru o maksymalnej objętości, czyli kiedy entropia jest największa. Wydaje to się tak oczywiste i naturalne, że sir Arthur Eddington wypowiedział takie słowa [20]: "Jeśli ktoś cię przekonuje, że twoja ulubiona teoria Wszechświata jest sprzeczna z równaniami Maxwella - to tym gorzej dla równań Maxwella. Jeśli twierdzą, że jest sprzeczna z wynikami eksperymentów - cóż, ci doświadczalnicy czasem sfuszują robotę. Ale jeśli twoja teoria nie zgadza się z drugim prawem termodynamiki, to nie ma dla ciebie słowa otuchy: nie czeka cię nic poza upokarzającym upadkiem" (cytowanie z [21]). Wynika stąd, że każda teoria fizyczna musi uwzględniać drugie prawo termodynamiki. Przy takiej ogromnej końcowej entropii osiągniętej w Wielkim Kresie prawo to będzie spełniane. Jednakże nawet jeśli przyszłość Wszechświata miałaby polegać na Wielkim Rozdarcu to i tak zapas potencjalnych niewykorzystanych stanów jest taki, jak w przypadku Wielkiego Kresu.

## Referencje

- [1] D. Kramer, H. Stephani, M. MacCallum, E. Herlt: *Exact Solutions of the Einsteins Field Equations*, Berlin, 1980
- [2] <http://www.bo.astro.it/~cappi/poe.html>
- [3] A. Friedman: *Über die Krümmung des Raumes*, Zeitschrift für Physik (1922) 10 (1): 377-386. [Praca jest dostępna po rosyjsku na stronie: <http://www.astronet.ru:8101/db/msg/1187035/>]



- [4] G. Lemaître: *Un univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques*, Annales de la Société Scientifique de Bruxelles (1927) A47: 49-56. [Praca jest dostępna po angielsku na stronie: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1931MNRAS...91..483L>]
- [5] T. M. Davis, C. H. Lineweaver: *Expanding Confusion: common misconceptions of cosmological horizons and the superluminal expansion of the Universe*, [arXiv: astro-ph/0310808]
- [6] J. P. Luminet: *The Shape and Topology of the Universe*, [arXiv:0802.2236]
- [7] S. H. Suyu, P. J. Marshall, M. W. Auger, S. Hilbert, R. D. Blandford, L. V. E. Koopmans, C. D. Fassnacht and T. Treu: *Dissecting the Gravitational Lens B1608+656. II. Precision Measurements of the Hubble Constant, Spatial Curvature, and the Dark Energy Equation of State*, The Astrophysical Journal, 2010; 711 (1) [arXiv: 0910.2773]
- [8] W. Kopaliński: *Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych*, Warszawa 1989
- [9] S. W. Hawking: *Particle creation by black holes*, Comm. Math. Phys. 43 (1975) 199
- [10] J. B. Hartle, S. W. Hawking: *Path-integral derivation of black hole radiance*, Phys. Rev. D13 (1976) 2188
- [11] J. Bekenstein: *Black holes and entropy*, Phys. Rev. D7 (1972) 2333
- [12] A. Strominger, C. Vafa: *Microscopic origin of the Bekenstein-Hawking entropy*, Phys. Lett. B379,(1996) 99 [arXiv: hep-th/9601029]
- [13] A. Sen: *Black Hole Entropy Function, Attractors and Precision Counting of Microstates*, Gen. Rel. Grav. 40 (2008), 2249-2431 [arXiv:0708.1270]
- [14] L. Ferrarese, D. Merritt: *A Fundamental Relation Between Supermassive Black Holes and Their Host Galaxies*, Astrophys. J. 539 (2000) L9, [arXiv: astro-ph/0006053]
- [15] S. Weinberg: *Gravitation and Cosmology*, New York 1972
- [16] A. G. Riess et al. [Supernova Search Team Collaboration]: *Type Ia Supernova Discoveries at  $z > 1$  From the Hubble Space Telescope: Evidence for Past Deceleration and Constraints on Dark Energy Evolution*, Astrophys. J. 607, 665 (2004) [arXiv:astro-ph/0402512]
- [17] Y. Wang, J. M. Kratochvil, A. Linde, and M. Shmakova: *Current Observational Constraints on Cosmic Doomsday*, JCAP 0412:006,2004, [arXiv:astro-ph/0409264]
- [18] R. R. Caldwell, M. Kamionkowski, N. N. Weinberg: *Phantom Energy and Cosmic Doomsday*, PRL91 (2003) 071301, [arXiv:astro-ph/0302506]
- [19] P. Frampton, S. D. H. Hsu, T. W. Kephart, D. Reeb: *What is the entropy of the Universe?*, Class. Quant. Grav.26 (2009),145005, [arXiv:0801.1847]
- [20] A. S. Eddington: *The Nature of the Physical World*, Cambridge University Press, 1929
- [21] R. Penrose: *Droga do rzeczywistości*, Prószyński i S-ka SA

### Sprostowanie

W artykule w Postęпах Fizyki tom 60 zeszyt 4 pt. "GPS a teoria względności" wkraść się błąd. Po wzorze III. 2.1 współrzędna  $\theta$  powinna być równa  $\pi/2$ , natomiast współrzędna  $r$  powinna być równa promieniowi orbity satelity, więc wartość jej pozostaje ustalona. Z tego wynika, że równanie III.2.2 przyjmuje postać:

$$\left(\frac{ds}{cdt}\right)^2 = \left(1 - \frac{2GM}{rc^2}\right) - \frac{r^2}{c^2} \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2.$$

I z tego równania dostajemy równanie III.2.4 gdzie  $v=r\dot{\varphi}$ . Dziękuję Panu dr hab. W. Salejdzie za wskazanie tego błędu.

Paweł Gusin



# O maszynie różnicowej Charlesa Babbage i innych starych komputerach

Andrzej Krasieński

Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika, Polska Akademia Nauk, Warszawa

*Streszczenie:* W artykule opisano krótko najciekawsze eksponaty (stare komputery i ich podzespoły) znajdujące się w zbiorach Muzeum Historii Komputerów w Mountain View w Kalifornii. Są to mianowicie: pierwsza maszyna Hermanna Holleritha użyta do spisu ludności w USA w r. 1890, pierwszy programowalny komputer ENIAC (1946), komputer UNIVAC 1, który trafnie przewidział wynik wyborów prezydenckich w r. 1952, Whirlwind I – pierwszy komputer z pamięcią magnetyczną, pierwszy stos firmy Google, komputer Apple I i niesławnej pamięci „komputer kuchenny” firmy Honeywell. Główna część artykułu jest poświęcona mechanicznym maszynom liczącym zaprojektowanym przez Charlesa Babbage w I połowie XIX wieku i uwieńczonej sukcesem rekonstrukcji jednej z nich, Difference Engine no. 2, dokonanej w latach 1985–2002 w Muzeum Nauki w Londynie.

---

## On Charles Babbage's difference engine and other old computers

*Abstract:* The article describes the most interesting specimen (old computers and their sub-units) that are in the collection of the Computer History Museum in Mountain View, California. These are: the first Hermann Hollerith machine that was used in the US census in 1890, the first programmable computer ENIAC (1946), the UNIVAC 1 computer, which correctly predicted the outcome of the presidential election in 1952, the Whirlwind I – the first computer with magnetic core memory, the first Google stack, the Apple I computer and the infamous „kitchen computer” (Honeywell\_316). The main part of this article is devoted to the mechanical computing machines designed by Charles Babbage in the first half of the 19th century, and to the successful reconstruction of one of them, Difference Engine no. 2, done in the period 1985 – 2002 in the Science Museum in London.

---

Ten tekst został zainspirowany zbiorami Muzeum Historii Komputerów w Mountain View w Kalifornii<sup>1</sup>. Muzeum gromadzi egzemplarze wszystkich komputerów, które odegrały ważną rolę w rozwoju techniki cyfrowej. Najcenniejszym i najbardziej fascynującym eksponatem jest jedna z dwu istniejących na świecie (i działających!) replik maszyny różnicowej nr 2 Charlesa Babbage – mechanicznego komputera zaprojek-

owanego w latach 1847–1849. Obydwie repliki zostały zbudowane w Muzeum Nauki w Londynie, dokładnie według oryginalnego projektu.

Informacje podane w niniejszym artykule pochodzą w większości ze strony internetowej muzeum w Mountain View<sup>2</sup>, z uzupełnieniami zaczerpniętymi ze strony internetowej Muzeum Nauki w Londynie<sup>3</sup>, z artykułu Dorona Swade [1] oraz z kilku innych, osobno wskazanych źró-

<sup>1</sup> Computer History Museum, 1401 N. Shoreline Blvd, Mountain View, Ca 94 043.

<sup>2</sup> <http://www.computerhistory.org/>

<sup>3</sup> <http://www.sciencemuseum.org.uk/onlinestuff/stories/babbage.aspx>



deł. Zdjęcia 1–7 i 12 zostały wykonane przez autora w muzeum w Mountain View, pozostałe ilustracje pochodzą ze źródeł wskazanych w odpowiednich miejscach.

## 1. Muzeum Historii Komputerów w Mountain View i jego najciekawsze eksponaty

Computer History Museum w Mountain View (zdjęcie nr 1) jest organizacją non-profit, powstała w roku 1999. Obecny budynek został zakupiony w r. 2002 i w r. 2003 otwarty dla publiczności. Wstęp do muzeum jest bezpłatny. Pracownicy tej instytucji rozumieją swoją działalność jako misję edukacyjną i utrzymują ją z dobrowolnych wpłat indywidualnych entuzjastów.

Historia obliczeń jest tu potraktowana poważnie i szeroko. Chronologicznie uporządkowana wystawa eksponatów zaczyna się od liczydeł z początków 19 wieku (starsze liczydła, np. niemieckie z 17 wieku, pokazane są na fotografiach), a kończy na komputerach, które starsi z nas mogli widzieć w działaniu (np. Cray i pierwsze modele Apple) albo nawet pamiętają je jako swoje narzędzia pracy (np. CDC Cyber). Zwiedzanie odbywa się w grupach z przewod-

nikiem, o tej samej godzinie każdego dnia, i trwa ok. 2 godzin.

Pierwszą maszyną liczącą, zastosowaną na dużą skalę w praktyce, była maszyna do czytania kart perforowanych Hermanna Holleritha (1860–1929), pokazana na zdjęciu nr. 2. Pięćdziesięciu takich maszyn użyto podczas spisu ludności USA w roku 1890. Dzięki ich zastosowaniu liczba ludności była znana po 3 miesiącach, a pełne wyniki spisu były dostępne po niecałych 3 latach, podczas gdy opracowanie wyników poprzedniego spisu zajęło 7 lat.

Informacje o każdej osobie kodowano na karcie za pomocą ręcznego perforatora widocznego na pulpicie maszyny. Każdą kartę trzeba było włożyć do czytnika i ręcznie uruchomić proces odczytu. Czytnik sumował dane z kart i aktualizował wskazania poszczególnych liczników. Na koniec każdego dnia pracy spisywano wskazania liczników, po czym liczniki zerowano.

Proces kodowania danych na kartach i odczytywania ich został później zautomatyzowany. Karty perforowane były potem przez wiele dziesięcioleci podstawowym sposobem przechowywania danych i wprowadzania ich do komputera. Były w użyciu jeszcze w latach 1980-tych.



1. Budynek Muzeum Historii Komputerów w Mountain View





2. Maszyna do czytania kart perforowanych Hermanna Holleritha, użyta w spisie ludności USA w roku 1890. Na pulpicie stoi perforator, obok maszyny – pojemnik do magazynowania kart. Więcej objaśnień w tekście

Hermann Hollerith sprzedał swoją firmę (Tabulating Machine Corporation) w roku 1911. Poprzez różne operacje handlowe stała się ona później częścią Computing-Tabulating-Recording Company, która w roku 1924 zmieniła nazwę na International Business Machines Corporation (IBM).

ENIAC (skrót od Electronic Numerical Integrator and Computer) jest konwencjonalnie uznawany za pierwszy w historii komputer. Składał się on z 40 paneli takich, jaki pokazano na zdjęciu nr 3. Jego głównym zadaniem miało być obliczanie tablic artyleryjskich podczas II wojny światowej, ale prace konstrukcyjne trwały dłużej niż przewidywano. Oddano go do użytku dopiero w roku 1946 na Uniwersytecie Stanu Pennsylvania; głównymi projektantami byli J. Presper Eckert i John Mauchly.

ENIAC nie był pierwszą elektroniczną maszyną liczącą, ale pierwszą, którą można było, z pewnym trudem, programować. Każda z wcześniejszych maszyn była hardware-owo ustawiona na jeden rodzaj obliczeń. „Progra-

owanie” ENIACa polegało na przełączaniu przewodów. Program wprowadzany do pamięci komputera razem z danymi to nieco późniejszy wynalazek.



3. Jeden z 40 paneli komputera ENIAC





4. Jednostka pamięci komputera UNIVAC I, który odegrał historyczną rolę w wyborach prezydenckich w r. 1952. Dane były przechowywane w postaci fal akustycznych krążących w rurkach wypełnionych rtęcią

ENIAC zawierał ok. 18 000 lamp próżniowych, 70 000 oporników i 10 000 kondensatorów. Zużywał energię elektryczną, która wystarczyłaby dla 50 gospodarstw domowych. Pracował do roku 1955, kiedy to został zniszczony przez uderzenie pioruna. Różne muzea posiadają dziś fragmenty tej maszyny. Widoczny na zdjęciu panel służył do wczytywania danych.

Zdjęcie nr 4 przedstawia fragment pamięci komputera UNIVAC I, skonstruowanego

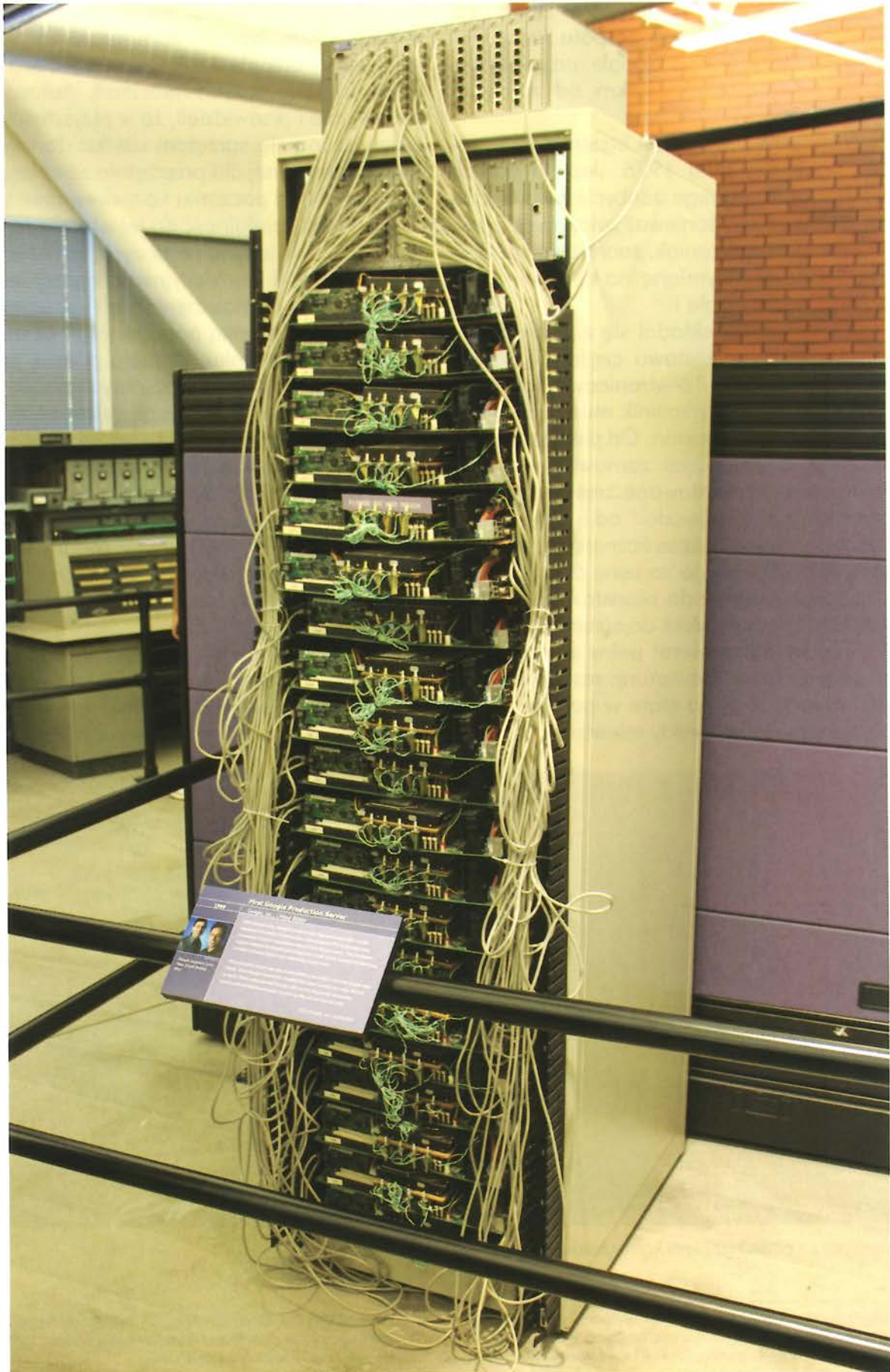
w roku 1951. Był to pierwszy elektroniczny komputer zbudowany w celach komercyjnych, tzn. na sprzedaż. Odegrał historyczną rolę podczas wyborów prezydenckich w USA w r. 1952. Badania opinii publicznej przeprowadzone tradycyjną metodą przewidywały wysoką wygraną Adlai Stevensona. Komputer został użyty do liczenia oddanych głosów i trafnie przewidział zwycięstwo Dwighta Eisenhowera. Gospodarze telewizyjnego programu wyborczego, Walter Cronkite i Charles Collingwood, nie chcieli uwierzyć w ten rezultat i zakwestionowali trafność komputerowej prognozy. Została ona ogłoszona ze znacznym opóźnieniem. Widoczny na zdjęciu element pamięci przechowywał dane w postaci fal akustycznych krążących w rurkach wypełnionych rtęcią. Przed rozpowszechnieniem się pamięci magnetycznej było to często spotykane rozwiązanie.

Zdjęcie nr 5 przedstawia moduł pamięci komputera Whirlwind I. Był to pierwszy komputer (wprowadzony do produkcji w r. 1951), w którym zastosowano pamięć magnetyczną, bardziej niezawodną i szybszą niż wcześniejsze rozwiązania. Pojedynczy prostopadłościenny blok mieścił 1 kb.



5. Moduł pamięci komputera Whirlwind I – pierwszego, w którym zastosowano pamięć magnetyczną. Jeden prostopadłościenny blok mieścił 1 kb.





6. Stos serwerów z pierwszego działającego zespołu firmy Google



Zdjęcie nr 6 pokazuje stos serwerów z pierwszego działającego zespołu firmy Google, z roku 1999. (Firma Google ma swoją siedzibę w odległości ok. 1 km od muzeum w Mountain View.)

Zdjęcie nr 7 pokazuje egzemplarz komputera Apple I z roku 1976. Jest to bardzo rzadki eksponat, którego zdobycie było trudne nawet dla muzeum, ponieważ założyciele firmy, Steve Jobs i Steve Wozniak, zaoferowali wszystkim posiadaczom wymianę na znacznie udoskonalony model Apple II.<sup>4</sup>

Model Apple I składał się z płytki obwodów drukowanych, zestawu części do samodzielnego montażu i 16-stronicowej instrukcji montażu. Do tego użytkownik musiał dołączyć zasilanie, klawiaturę i ekran. Od pierwszej chwili sprzedawcy zaczęli jednak zamawiać u producentów gotowe, zmontowane zestawy. (Pierwsze zamówienie przyszło od Byte Shop w Mountain View.) Sukces komercyjny modelu Apple I, sprzedawanego za cenę 666.66 dolarów, zachęcił autorów do skonstruowania modelu Apple II, który wszedł do sprzedaży w roku 1977. Ten model zawierał pełny zmontowany układ elektroniczny, klawiaturę, zasilanie i język BASIC umieszczony na stałe w pamięci. Jako monitor mógł służyć zwykły telewizor.

Gdy Apple I został wprowadzony na rynek w roku 1976, typowe komputery kosztowały setki tysięcy dolarów i zajmowały pomieszczenia wielkości kilku dużych mieszkań. Autorzy projektu Apple I przewidzieli, że w przyszłości komputery staną się sprzętem użytku domowego, o cenie dostępnej dla przeciętnie zarabiającego człowieka, i od początku konsekwentnie dostosowali swoją działalność do tej wizji. Komputery Apple nie były jedyną propozycją rynkową tego typu, ale dzięki innowacyjnemu oprogramowaniu, łatwemu do nauczenia się i do użycia dla laika,<sup>5</sup> zdobyły wielką popularność i przez kilka lat były liderem rynku. Dopiero później zaczęły być wypierane przez komputery osobiste firmy IBM, która zdobyła przewagę dzięki swojej bardzo silnej pozycji na rynku i wielkiej zamożności, pozwalającej na kosztowne akcje promocyjne, mimo gorszej jakości komputerów i oprogramowania.

W zbiorach muzeum w Mountain View znajduje się szereg innych ciekawych eksponatów. Jednym z nich jest komputer SAGE („mędrzec”; skrót pochodzi od Semi-Automatic Ground Environment), wyprodukowany przez firmę IBM dla armii amerykańskiej w r. 1954. Powstał on na bazie ulepszonej wersji komputera Whirlwind I. Był połączony z radarami sys-



7. Egzemplarz z najstarszej serii komputerów Apple I.

<sup>4</sup> Legendarny garaż, w którym Jobs i Wozniak uruchomili produkcję, mieścił się w Los Altos (2066 Crist Drive, Los Altos, CA 94024, informacja z Google Maps i z <http://www.landsnail.com/apple/local/garage/apple.html>). Obecnie Apple Computer jest dużą firmą, która ma swoją siedzibę w Cupertino (19333 Vallco Parkway, Cupertino, CA 95014, informacja z Google Maps). Obydwa miasta sąsiadują z Mountain View.

<sup>5</sup> Tak oczywiste dziś dla wszystkich „mysz” i manewrowanie kursorem po ekranie za jej pomocą upowszechniły się razem z komputerami firmy Apple. Przedtem komendy dla systemu operacyjnego trzeba było wystukiwać na klawiaturze.



temu obrony przeciwlotniczej i pokazywał obraz nieba nad całym terytorium USA. Mógł też przekazywać dane dla myślicieli.

Ciekawostką jedyną w swoim rodzaju jest „komputer kuchenny” (zdjęcie nr 8), zbudowany w r. 1969 na bazie jednego z pierwszych minikomputerów, Honeywell\_316. W zastosowaniach naukowych i biznesowych minikomputery tej marki dobrze zapisały się w historii, ale „komputer kuchenny” stał się spektakularną porażką komercyjną. Różne źródła internetowe twierdzą, że nie zachowała się informacja o sprzedaniu choćby jednego egzemplarza. Don Kelemen, projektant tego komputera, napisał jednak:<sup>6</sup> „Niestety, sprzedaliśmy kilka, więc musieliśmy uruchomić seryjną produkcję”. Bill Sisti, technik, który instalował „komputer kuchenny” na potrzeby świątecznej konferencji prasowej firmy Neiman Marcus,<sup>7</sup> wspomina na tej samej stronie internetowej, że widział jeden lub dwa zainstalowane egzemplarze pokazowe.



8. Reklama „komputera kuchennego” firmy Honeywell z roku 1969. (Reprodukcja z katalogu firmy Neiman Marcus.)

Komputer ten miał służyć gospodyniom domowym do przechowywania przepisów na potrawy. Prawdopodobnymi przyczynami klęski marketingowej były: cena (10 600 dolarów – w tamtym czasie równowartość czterech samochodów<sup>8</sup>) i skomplikowany sposób obsługi. Komputer kuchenny nie miał klawiatury ani monitora, tylko układ światełek i dwupozycyjnych przełączników. Firma Honeywell oferowała nabywcom dwutygodniowy kurs „programowania”. Nie udało mi się znaleźć w internecie instrukcji obsługi.

Bliska zera liczba wyprodukowanych egzemplarzy sprawiła, że tylko kilka osób ma osobiste doświadczenia z tą maszyną. Stworzyło to korzystne warunki dla rozpowszechniania legend internetowych. Twórcy legend twierdzą, że charakterystyczny duży pulpit miał być blatem do cięcia mięsa. Według D. Kelemena blat był przeznaczony do rozkładania instrukcji obsługi. Najbardziej wiarygodne wyjaśnienie (choć najbardziej ośmieszające całe przedsięwzięcie) oferuje B. Sisti. Píše on, że w komputerze tym nie przewidziano możliwości notowania własnych przepisów kuchennych użytkownika. Wszystkie dane były wprowadzone do pamięci przez producenta; były to sugestie zestawów potraw na różne okazje. Gdy hipotetyczna gospodyni domowa zdecydowała się już na zestaw dań, komputer miał wyświetlać numer strony w książce kucharskiej, która była sprzedawana w pakiecie razem z komputerem. Blat miał służyć do rozkładania tejsze książki.

## 2. Charles Babbage i błędy w tablicach matematycznych

Tablice liczbowe były w XVIII wieku w dość powszechnym użyciu, np. w inżynierii i w nawigacji morskiej. Drukowano je jedynym znanym wtedy sposobem – wyniki obliczeń (niekoniecznie wolne od błędów) były przepisywane ręcznie na maszynach drukarskich. W rezultacie, publikowane tablice zawierały nieznaną liczbę ukrytych błędów.

Charles Babbage (1791–1871, patrz zdjęcie nr 9<sup>9</sup>), angielski matematyk i wynalazca,

<sup>6</sup> <http://www.old-computers.com/museum/doc.asp?c=927>

<sup>7</sup> Firma ta, istniejąca do dzisiaj, podjęła się sprzedaży komputerów kuchennych. Specjalizowała się ona w handlu artykułami luksusowymi i kosztownymi do granicy absurdu.

<sup>8</sup> Torin Darkflight, <http://www.old-computers.com/museum/computer.asp?st=1&c=927>

<sup>9</sup> Image=10303452 ze zbiorów Science Museum, London/SSPL, skopiowany za pozwoleniem Muzeum. Jest to kopia ryciny wykonanej w roku 1833 z obrazu będącego w posiadaniu rodziny Babbage (<http://www.life.com/image/50703305>).



spotkał się z tym problemem w roku 1821. Przegłądając tablice astronomiczne i znajdując w nich błąd za błędem, według relacji świadków, wykrzyknął: „Na Boga, chciałbym, żeby te rachunki były wykonane za pomocą pary wodnej!”. Miał na myśli maszynę parową.



9. Charles Babbage w roku 1833

Idąc za tym pomysłem, zaczął tworzyć projekt maszyny, która wykonałaby w sposób automatyczny, bez udziału człowieka – a więc bezbłędnie – cały proces obliczania i drukowania tablic matematycznych. Zanim opiszemy losy tego projektu, przedstawimy metodę rachunkową, na której był on oparty.

### 3. Metoda różnic skończonych

Metoda ta opiera się na następującej obserwacji. Dla dowolnego  $a \neq 0$  i dowolnej liczby naturalnej  $k$  wyrażenie  $[(x + a)^k - x^k]$  jest wielomianem stopnia  $(k - 1)$ . Weźmy więc wielomian  $W_n(x)$  stopnia  $n$  i obliczmy różnicę:

$$d_1(x) = W_n(x + a) - W_n(x). \quad (3.1)$$

Wielomian  $d_1(x)$  jest stopnia  $(n - 1)$ . Powtórzmy tę samą operację dla niego:

$$d_2(x) = d_1(x + a) - d_1(x); \quad (3.2)$$

otrzymany w wyniku wielomian  $d_2(x)$  jest stopnia  $(n - 2)$ . Jest jasne, że po  $n$ -krotnym powtórzeniu tej operacji dostaniemy wielomian stopnia 0, czyli funkcję stałą.

Tabela poniżej demonstruje ten fakt na przykładzie wielomianu:

$$W(x) = x^3 + 3x^2 + 2x + 5, \quad (3.3)$$

dla którego stała jest trzecia różnica; w tym przykładzie przyjęto  $a = 1$ .

$x$	$W(x)$	$d_1(x)$	$d_2(x)$	$d_3(x)$
0	5	6	12	6
1	11	18	18	6
2	29	36	24	6
3	65	60	30	6
4	125	90	36	
5	215	126		
6	341			

Stałość  $n$ -tej różnicy pozwala obliczać wartości wielomianu dla kolejnych wartości argumentu wyłącznie za pomocą dodawania liczb, bez konieczności wykonywania mnożeń i dzieleni, które są znacznie trudniejsze do automatyzowania. Przykład z tabeli pokazuje, jak to można zrobić. Liczby wydrukowane większą i pogrubioną czcionką stanowią minimalny zestaw danych początkowych, które trzeba obliczyć „ręcznie”. Dalej rachunek przebiega następująco. Wiemy, że  $d_3 = 6$  niezależnie od  $x$ . Zatem

$$d_2(2) = 6 + d_2(1) = 6 + 18 = 24. \quad (3.4)$$

Następnie:

$$d_1(3) = d_1(2) + d_2(2) = 36 + 24 = 60, \quad (3.5)$$

$$W(4) = W(3) + d_1(3) = 65 + 60 = 125. \quad (3.6)$$

Mając wyniki (3.4) – (3.6) możemy powtórzyć rachunek dla następnej ukośnej linii w tabeli, otrzymując

$$d_2(3) = 30 \rightarrow d_1(4) = 90 \rightarrow W(5) = 215.$$

W projekcie swojej maszyny Charles Babbage założył obliczanie wartości wielomianów do 7 stopnia z dokładnością do 31 cyfr znaczących. Maszyna operuje tylko na liczbach naturalnych, naturalne muszą więc być współczynniki wielomianu oraz  $a = 1$ .



#### 4. Maszyna różnicowa nr 1

Pierwszy projekt maszyny realizującej obliczenia przedstawione w poprzednim paragrafie i automatycznie drukującej ich wyniki powstał w latach 1820-tych i został później nazwany Maszyną Różnicową nr 1.<sup>10</sup> Według tego projektu maszyna miała składać się z 25 000 części i ważyłaby 15 ton. Części miały skomplikowane kształty i musiały być wykonane w setkach identycznych egzemplarzy. Było to krańcowo trudne wyzwanie dla inżynierii i techniki tamtych czasów. Nie istniały wtedy urządzenia do automatycznego wyrobu identycznych obiektów.

Przed przystąpieniem do produkcji, Babbage zwiedził różne manufaktury i zakłady rzemieślnicze w Anglii i Europie i przestudiował ich możliwości techniczne. Wynikiem tych badań była książka p.t. „O ekonomii maszynierii i manufaktur”, wydana w roku 1832 i wysoko wówczas ceniona.

Jako wykonawcę projektu Babbage zatrudnił w roku 1823 Josepha Clementa, mistrza w kreślarni i wytwarzaniu narzędzi. Produkcja szła sprawnie przez 10 lat. W roku 1832 Clement zbudował mały podzespół maszyny dla celów pokazowych (1/7 części obliczeniowej), który zachował się do dziś i jest w posiadaniu londyńskiego Muzeum Nauki.

Przedsięwzięcie załamało się w roku 1833 z powodów, których błahość, w zestawieniu ze wspaniałym celem, jest zdumiewająca. Aby usprawnić produkcję Clement został poproszony o przeniesienie warsztatu bliżej domu Babbage'a. Clement spełnił prośbę, ale upomniał się o zwrot kosztów tej operacji.<sup>11</sup> Wynikła stąd dyskusja doprowadziła do konfliktu, a w następstwie do likwidacji warsztatu Clementa i zwolnienia robotników. (Według relacji różnych autorów Babbage był człowiekiem bezkompromisowym o usposobieniu trudnym do zniesienia w sytuacjach konfliktowych.) Maszyna nie została nigdy zbudowana; około 12000 wykonanych już części przetopiono później jako złom. Rząd brytyjski, który finansował to przedsięwzięcie, wydał w sumie 17500 funtów, co było równe cenie 22 lokomotyw Stephensona wed-

ług jednego źródła<sup>12</sup>, albo dwu okrętów wojennych według innego.<sup>13</sup>

#### 5. Maszyna analityczna i narodziny teorii programowania

Po niepowodzeniu projektu Maszyny Różnicowej nr 1, Babbage rozpoczął prace nad jeszcze ambitniejszym przedsięwzięciem – Maszyną Analityczną. Miał to być mechaniczny



10. Ada Byron (1815 – 1852) w roku 1836. Portret namalowany przez Margaret Sarah Carpenter

komputer ogólnego przeznaczenia. Obliczenia miały być programowane za pomocą kart perforowanych. Maszyna miałaby „magazyn” (store) – prototyp pamięci, gdzie miały być przechowywane dane liczbowe i wyniki pośrednie,

<sup>10</sup>W angielskiej terminologii przyjęło się wyrażenie „difference engine”.

<sup>11</sup>„You ordered a first-rate article, and you must be content to pay for it” („Zamówił Pan artykuł pierwszej kategorii, więc musi Pan zgodzić się na zapłatę za niego”) – <http://www.computerhistory.org/babbage/people/>.

<sup>12</sup><http://www.computerhistory.org/babbage/history/>

<sup>13</sup>[http://www.sciencemuseum.org.uk/objects/computing\\_and\\_data\\_processing/1862-89.aspx](http://www.sciencemuseum.org.uk/objects/computing_and_data_processing/1862-89.aspx)



oraz „młyn” (mill), gdzie miały być wykonywane obliczenia. Według projektu, Maszyna Analityczna mogła realizować pętle rekurencyjne i wyrażenia warunkowe (IF ... THEN ...). (Użyta tu terminologia jest zapożyczona z dzisiejszej – Babbage nie znał takich pojęć jak „program”, i oczywiście nie mógł znać nazw elementów programu, takich jak „pętla rekurencyjna”.)

W roku 1833 Charles Babbage poznał na przyjęciu towarzyskim w Londynie 17-letnią Adę Byron, córkę poety George'a Byrona. Ada Byron – patrz zdjęcie nr 10<sup>14</sup> – przeszła do historii jako hrabina Ada Lovelace, ale ten tytuł odziedziczyła wraz z mężem, Williamem Kingiem, dopiero w roku 1838.

Matka Ady, Anne Isabella Milbanke, chcąc uchronić ją przed rujnującym wpływem uprawiania poezji na życie osobiste, którego to wpływu gorzko doświadczyła w krótkotrwałym małżeństwie z George Byronem, zapewniła jej wykształcenie w dziedzinie matematyki.<sup>15</sup> Pod wpływem znajomości z Babbage'm Ada zainteresowała się Maszyną Analityczną i w pełni zrozumiała zasadę jej działania. Gdy w roku 1842 włoski matematyk, Louis Menebrea, opublikował artykuł na temat Maszyny Analitycznej, Babbage poprosił Adę o przetłumaczenie tego tekstu z języka francuskiego. Tłumaczka wykonała zadanie z nadwyżką – dodała swoje własne komentarze, których łączna długość była trzykrotnie większa od długości artykułu.

W komentarzach Ada (wtedy już Lovelace) stworzyła podstawy teorii programowania, a w jednej dygresji podała sposób obliczania liczb Bernoulliego, uznawany dziś za pierwszy w historii program komputerowy. W części ogólnej swoich komentarzy przewidziała, że maszyna mogłaby przetwarzać nie tylko liczby, ale także symbole reprezentowane przez liczby, na przykład litery alfabetu albo nuty.

## 6. Maszyna Różnicowa nr 2

Podczas pracy nad projektem Maszyny Analitycznej Babbage wpadł na pomysł, jak uprościć konstrukcję Maszyny Różnicowej. W latach 1847–1849 sporządził projekt Maszyny

Różnicowej nr 2. Nowa maszyna miała składać się z 8000 części i ważyć 5 ton. Istotnego ulepszenia dokonał Babbage w projekcie drukarki. Nowa drukarka miała nie tylko drukować wyniki obliczeń na papierze, ale też wytłaczać je w miękkim materiale (np. folii metalowej), aby można było użyć go do zrobienia płyty drukarskiej i powielania wydruku. Również możliwe było formatowanie wydruku (wysokość linii, szerokość marginesu, liczba kolumn druku, i inne parametry).

Babbage próbował zdobyć poparcie i finansowanie rządu brytyjskiego dla budowy Maszyny nr 2. W jego liście do premiera, lorda Derby, z roku 1852 widać próbę rehabilitacji za wcześniejsze niepowodzenie [1]. Prośba ta została jednak odrzucona i projekt nigdy nie wystartował. Natomiast dwaj szwedzcy konstruktorzy, ojciec i syn, Georg i Edvard Scheutz zbudowali dwa działające egzemplarze, w r. 1853 w Sztokholmie i w r. 1859 dla londyńskiego Urzędu Stanu Cywilnego (Register Office). Według autorów strony www muzeum w Mountain View, obie maszyny działały niedoskonale i budziły niezadowolenie klientów. Maszyna pracująca w Londynie nie miała zaprojektowanych przez Babbage'a zabezpieczeń i często zaciniała się. Wymagała więc stałego nadzoru. Ojciec i syn zbankrutowali. Zbudowane przez nich maszyny pozostają dziś w zbiorach muzeów.

Najmłodszy syn Charlesa, Henry Prevost Babbage, próbował kontynuować dzieło ojca. Zbudował on 6 pokazowych podzespołów Maszyny Różnicowej nr 1 oraz czterofunkcyjny kalkulator Maszyny Analitycznej.<sup>16</sup> Nie wzbudziły one jednak zainteresowania potencjalnych użytkowników i producentów. Po śmierci Babbage'a juniora idea mechanicznego komputera poszła w zapomnienie na kilka dziesięcioleci. Prace eksperymentalne, które doprowadziły do wyprodukowania pierwszych działających komputerów, były prowadzone w oparciu o procesy elektroniczne i nie były kontynuacją badań Babbage'a. Idee programowe Babbage'a i Ady Lovelace zostały w 100 lat później odkryte niezależnie.

<sup>14</sup> Zdjęcie nr 10 zostało skopiowane z Wikimedia Commons i nie jest chronione prawami autorskimi ([http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ada\\_Lovelace.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ada_Lovelace.jpg)); życiorys Ady: <http://www.sdsc.edu/ScienceWomen/lovelace.html>.

<sup>15</sup> Matka Ady też miała wykształcenie matematyczne, które kultywowała z zamilowaniem. George Byron nazywał ją „księżniczką równoległoboków” – [http://www.ask.com/wiki/Anne\\_Isabella\\_Byron,\\_Baroness\\_Byron](http://www.ask.com/wiki/Anne_Isabella_Byron,_Baroness_Byron).

<sup>16</sup> Babbage junior wysłał jeden z podzespołów Maszyny Różnicowej nr 1 do Harvardu, jego pozostałe dzieła są dziś w zbiorach Muzeum Nauki w Londynie.



## 7. Sukces 120 lat po śmierci

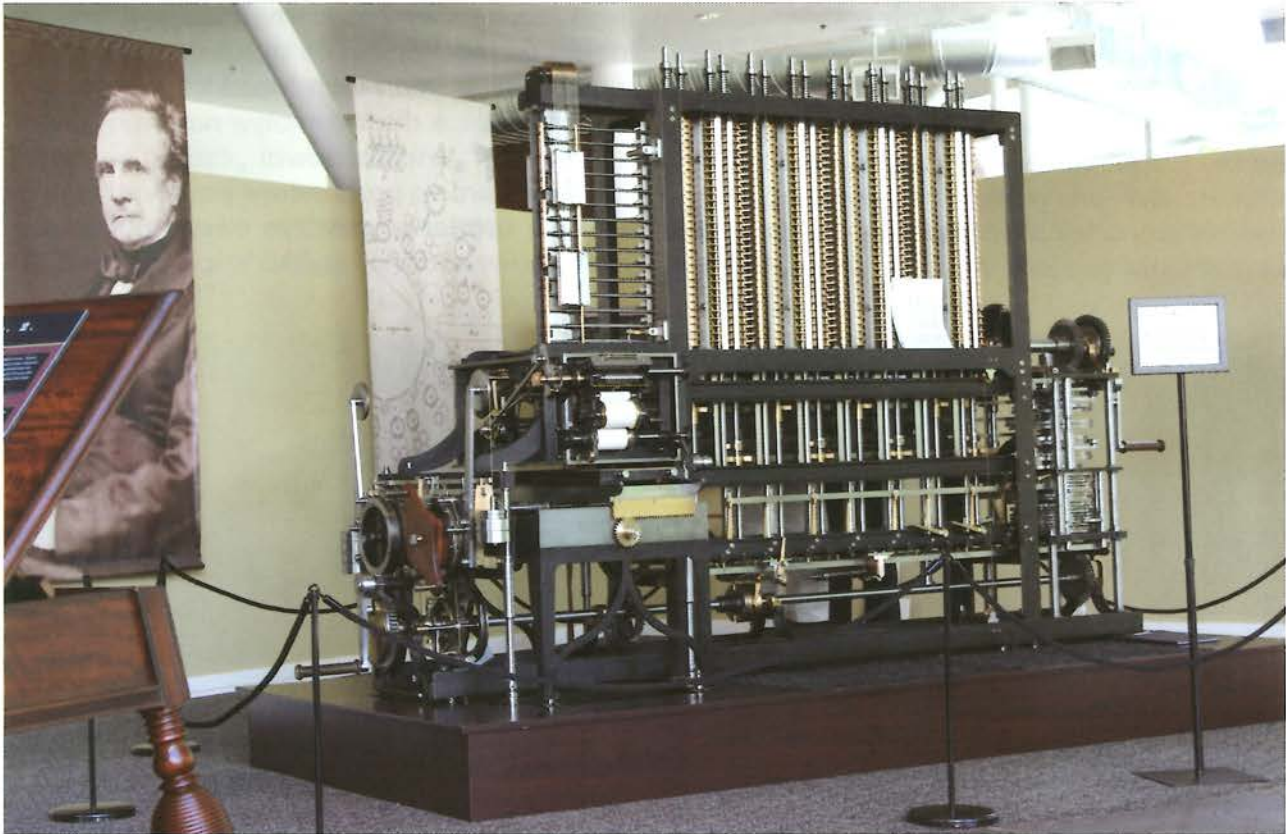
Charles Babbage umarł w roku 1871, zgorzkniały i rozczarowany porażką. Pozostała po nim sławna wypowiedź: „Another age must be the judge” ([naszym] „sędzią musi być inny wiek”). Był on geniuszem wyprzedzającym swoje czasy o tak wielki dystans, że nie znalazł zrozumienia za życia. Maszyny liczące nie były

jego jedynym wynalazkiem. Między innymi wynalazł on mechanizm do sterowania sygnałami świetlnymi w latarniach morskich, charakterystyczny zderzak dla lokomotyw nazywany „łapaczem krów”, zaprojektował „czarną skrzynkę” do rejestrowania parametrów jazdy lokomotywy (w celu ustalenia przyczyn ewentualnej katastrofy), niezawodne i szybko rozpinające się po-



11. Konstruktorzy z Muzeum Nauki w Londynie, którzy zbudowali replikę Maszyny Różnicowej nr 2 w latach 1985 – 2002. U góry, od lewej: Allan Bromley, Reg Crick, Michael Wright i Peter Turvey. Na dole: Barrie Holloway (po lewej) i Doron Swade (kustosz oddziału komputerów i kierownik projektu, po prawej)





12. Replika Maszyny Różnicowej nr 2 wystawiona w Muzeum Historii Komputerów w Mountain View. Lewa część, z niebieskawą płytką na pierwszym planie, to drukarka, prawa część, na prawo od czarnej ramy, to przekładnia do ręcznego napędu redukująca siłę w stosunku 1:4. Ośmiem pionowych kolumn zawiera liczby reprezentujące siedem różnic i wartość wielomianu 7 stopnia. Każda kolumna składa się z 31 kótek zębatych reprezentujących poszczególne cyfry

łączenia do wagonów kolejowych, altimetr, sejsmograf i szereg innych urządzeń.<sup>17</sup>

W latach 1980-tych grupka pracowników Muzeum Nauki w Londynie postanowiła sprawdzić, czy Maszyna Różnicowa nr 2 miała szansę zadziałać. Po dokładnym przeanalizowaniu projektu doszli do wniosku, że był on poprawny od strony logicznej i prawie poprawny od strony inżynierskiej; drobne błędy w rysunkach technicznych były możliwe do poprawienia [1]. Następną decyzją zespołu było: budujemy!<sup>18</sup> W listopadzie 1991 r., miesiąc przed 200 rocznicą urodzin Babbage'a, działający egzemplarz sekcji obliczeniowej był gotowy. Jego zbudowanie wymagało przerysowania i powiększenia 20 starych rysunków; zbudowano też małą część próbną, aby sprawdzić działanie mechanizmu dodawania i przenoszenia dziesiątek.

W budowie repliki użyto nowoczesnej technologii do wytwarzania identycznych kopii

poszczególnych części, ale starannie „zepsuto” nowoczesną precyzję wykonania, aby dostosować ją do poziomu osiągalnego dla Babbage'a. Poprzez pomiary istniejących podzespołów Maszyny nr 1, konstruktorzy (Bromley i Wright) stwierdzili, że Clement potrafił wykonywać kopie jednakowych części z dokładnością do 0.002 cala [1]. Tę dokładność przyjęto jako granicę, której, dla zachowania autentyczności rekonstrukcji, nie wolno było przekraczać. Użyto materiałów takich samych, jakie Babbage mógł mieć do dyspozycji, i zrezygnowano z techniki CAD przy rysunkach projektowych – użyto tradycyjnych rysownic i ołówków.

W roku 2002, 17 lat po rozpoczęciu pracy, ukończono budowę sekcji drukującej, która też działała prawidłowo. Zespół, który tego dokonał, składał się z 6 osób, pokazanych na zdjęciu nr 11.<sup>19</sup>

<sup>17</sup><http://www.computerhistory.org/babbage/charlesbabbage/>

<sup>18</sup>Początki i postępy tego projektu relacjonował na bieżąco tygodnik *Nature*.

<sup>19</sup>Autorem wszystkich trzech zdjęć jest Doron Swade; są one tu reprodukowane za jego zgodą. Górne zdjęcie 11 zostało zrobione podczas spotkania w styczniu 1990 r., na którym zdecydowano, jakich materiałów należy użyć do wyrobu każdej z 4000 części maszyny.



Drugi egzemplarz Maszyny Różnicowej nr 2 został zbudowany na prywatne zamówienie jednego ze sponsorów projektu. Był nim Nathan Myhrvold, były główny inżynier i wice-szef oddziału w firmie Microsoft. N. Myhrvold wypożyczył swój egzemplarz muzeum w Mountain View, gdzie można go nie tylko oglądać – zdjęcie nr 12 – ale też zobaczyć podczas pracy. Film pokazujący pracującą replikę maszyny Babbage'a można obejrzeć na stronie <http://www.computerhistory.org/babbage>.

Tyle mówią strony internetowe muzeów w Londynie i Mountain View. Więcej szczegółów o maszynie i historii budowy jej repliki można znaleźć w pracach D. Swade i jego współpracowników, np. [1 – 2] i w cytowanej tam literaturze. Dalszy ciąg niniejszego artykułu jest oparty na pracy [1].

Dane początkowe dla obliczenia wartości wielomianów według schematu z par. 3 są ustawiane ręcznie przez obracanie odpowiednich kółek zębatych. Kółka te są ustawione w 8 kolumnach po 31 na jednej osi (patrz zdjęcie nr 12). Siedem kolumn zawiera informacje o siedmiu różnicach dla wielomianu 7 stopnia, ósma zawiera wynik pojedynczego obliczenia; 31 kółek odpowiada 31 cyfrom. Maszyna produkuje średnio jeden wynik w ciągu 6 sekund.

Początkowo zespół konstruktorów zamierzał zbudować kompletną Maszynę Różnicową nr 2 na 200 urodziny Charlesa Babbage, 26 grudnia 1991. W trakcie prób i przygotowań okazało się to nierealne. Przewidywane koszty produkcji części i montażu maszyny, które trzeba było zlecić zewnętrznym podwykonawcom, przekraczały granice możliwości Muzeum Nauki, finansowanego z ciągle malejących grantów rządowych. Trzeba było szukać prywatnych sponsorów, a koszty budowy drukarki zmniejszyłyby każdego z nich. Założono więc, że na 200 urodziny Babbage'a zostanie zbudowany tylko kalkulator.

Po pokonaniu wszystkich przeszkód organizacyjnych i finansowych, 4000 części kalkulatora zostało wykonanych w ciągu 6 miesięcy przez 46 podwykonawców. Maszyna była montowana przez Cricka i Hollowaya w miejscu widocznym dla publiczności – w przezroczystym boksie zbudowanym na parterze Muzeum Nauki i wyposażonym w podstawowe narzędzia inżynierskie i warsztatowe. Konstruktorzy testowali podzespoły maszyny w trakcie budowy. Oczywiście, nowo zbudowane podzes-

poły klinowały się podczas pracy i wymagały ręcznego poprawiania pozycji i kształtu poszczególnych części. Pierwsza próba przeprowadzenia rachunku odbyła się 23 czerwca 1991 r. i natychmiast doprowadziła do zaklinowania mechanizmów. Pierwszy rachunek uwieńczony sukcesem – bezbłędne obliczenie tablicy wartości funkcji  $y = x^7$ , odbył się 29 listopada 1991.

Po 200 urodzinach Babbage'a nie istniał naturalny termin ukończenia budowy drukarki, ale działający kalkulator był dobrym narzędziem do zdobywania sponsorów. Przełom nastąpił 3 grudnia 1995. W ramach promocji swojej książki „The road ahead” przyjechał do Londynu Bill Gates, aby dać się sfotografować przy korbie Maszyny Różnicowej. Jedną z osób towarzyszących Gatesowi skontaktowała Dorona Swade'a z Nathanem Myhrvoldem. Jak pisze Swade [1], nastąpiły potem trwające rok „załoty przez email” do Myhrvolda, ukoronowane jego wizytą w Londynie 13 marca 1997 r. i pokazem kalkulatora. Wkrótce potem Myhrvold zaproponował sfinansowanie ze swoich własnych pieniędzy dwu egzemplarzy drukarek i drugiego egzemplarza kalkulatora. Pierwsza drukarka miała zostać w muzeum w Londynie, jako dopełnienie już zbudowanego kalkulatora, druga para kalkulator-drukarka stałaby się prywatną własnością N. Myhrvolda, wystawioną i czasem używaną w jego domu w Seattle.

Budowa drukarki rozpoczęła się pod koniec 1999 roku. Dobudowano ją, w tym samym widocznym dla publiczności miejscu, do istniejącego kalkulatora. Ta część zadania okazała się znacznie trudniejsza od pierwszej. Drukarka ma niewiele powtarzających się części i trudny dostęp do już zmontowanych podzespołów. Praca trwała ponad 2 lata, a gotowa maszyna została po raz pierwszy wypróbowana w marcu 2002 r. Między początkiem pracy – oficjalną propozycją Allana Bromleya złożoną Muzeum Nauki w maju 1985 r. – a końcową datą (marzec 2002) minęło 17 lat.

Autorzy repliki zrobili kilka modyfikacji w oryginalnym projekcie Babbage'a. Trzy najważniejsze to: przekładnia dodana do korby ręcznego napędu, redukująca siłę w stosunku 1:4, sprzęgło pozwalające odłączyć drukarkę od kalkulatora oraz korba do napędu drukarki po odłączeniu. Modyfikacje te okazały się potrzebne w fazie budowy kalkulatora i drukarki dla ułatwienia testów podzespołów maszyny.



Drugi egzemplarz Maszyny Różnicowej został ukończony i wysłany do USA w I połowie 2008 roku. Z powodów, których nie udało mi się ustalić, maszyna nie pojechała do prywatnego domu p. Myhrvolda, lecz została zdeponowana w muzeum w Mountain View.<sup>20</sup> Jest tam przechowywana nadal, pokazy dla publiczności ciągle trwają i są planowane na rok 2011 (piszę to w grudniu 2010). Według informacji p. Judy Strebel z muzeum w Mountain View (w liście do mnie), p. Myhrvold zaakceptował tę sytuację i jest zadowolony z faktu, że maszynę może oglądać duża liczba ludzi.

## 8. Uwagi końcowe

Niniejszy tekst nie mógł przedstawić wszystkich szczegółów procesu rekonstrukcji Maszyny Różnicowej; dokładna relacja przekroczyłaby granice cierpliwości Czytelników i kompetencji autora. O szczegółach tych informują prace D. Swade'a [1 – 2]. Poświęcenie, z jakim pracował zespół rekonstruktorów, budzi najwyższy szacunek. Ich praca i jej końcowy sukces są pięknym przykładem triumfu idealizmu nad ciasno pojętym materializmem. Z czysto praktycznego punktu widzenia dwie repliki Maszyny Różnicowej nr 2 nie są nikomu potrzebne. Zespół D. Swade'a chciał za ich pomocą udowodnić, że projekty Babbage'a były realistyczne i że był on autentycznym pionierem nowoczesnej techniki cyfrowej, a nie tylko marzycielem. Ich zapał udzielił się nawet przedstawicielowi tak, zdawałoby się, nieromantycznej grupy zawodowej jak bogaci biznesmeni, który na tę pozornie bezużyteczną zabawkę wyłożył niemałą sumę własnych pieniędzy (publicznie dostępne źródła nie podają tej sumy). Dopóki istnieją tacy ludzie, nasza kultura i cywilizacja nie zgubią kontaktu ze swoimi najlepszymi tradycjami.

## Podziękowanie.

Dziękuję następującym osobom:

1. Pani Judy Strebel (Computer History Museum w Mountain View) za szereg użytecznych informacji.
2. Panu Johnowi Herrickowi (Photo Studio Picture Researcher, Information Group, NMSI, London Science Museum) za zezwolenie na reprodukcję ilustracji 9 i skontaktowanie mnie z prof. Doronem Swade.
3. Profesorowi Doronowi Swade, kierownikowi projektu rekonstrukcji Maszyny Różnicowej, za dostarczenie wszystkich części ilustracji 11, zezwolenie na jej reprodukcję, za kopię artykułu [1], szereg innych dodatkowych informacji oraz cierpliwe odpowiadanie na zadawane korespondencyjnie pytania.
4. Antoniemu i Karolinie Krasieńskim, mojemu Synowi i Synowej, za pomoc w odnalezieniu i zwiedzeniu Muzeum w Mountain View oraz za uściślenie informacji topograficznych.

## Literatura

- [1] Doron Swade, The Construction of Charles Babbage's Difference Engine No. 2. *IEEE Annals of the History of Computing* 27.3, 70–88 (2005).
- [2] Doron Swade, The Cogwheel Brain: Charles Babbage and the Quest to Build the First Computer. London: Little, Brown, 2000. (Opublikowane też w USA w r. 2001 przez wydawnictwo Viking p.t. „The Difference Engine: Charles Babbage and the Quest to Build the First Computer”).

<sup>20</sup>Przewodnicy z Mountain View twierdzą, że dom p. Myhrvolda nie był przygotowany na obciążenie 5 ton i wymagał przebudowy. D. Swade, w prywatnym liście do mnie, kwestionuje tę informację. Według niego, p. Myhrvold znał parametry maszyny, a dom w Seattle był budowany w tym samym czasie, co maszyna.



# Lwowska polemika wokół teorii względności w latach 1920-1921

Paweł Polak

Wydział Filozoficzny Uniwersytetu Papieskiego Jana Pawła II w Krakowie,  
Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych, Kraków

**Streszczenie:** W pracy przypomniano filozoficzną polemikę wokół teorii względności, która toczyła się we Lwowie od jesieni 1920 do początków roku 1921. Polemika ta rozgrywała się w kontekście filozoficznych rozważań nad podstawami mechaniki. Wydarzenia te są godne przypomnienia ze względu na ich znaczenie dla rozwoju filozofii przyrody (*philosophy in science*) w Polsce. Jednym z owoców tej polemiki było zainteresowanie rozwojem pojęć naukowych, które znalazło swój najdoskonalszy wyraz w pracy Zygmunta Zawirskiego *L'evolution de la notion du temps* (1936) nagrodzonej wówczas nagrodą (*Prix E. Rigano*) czasopisma *Scientia*.

Opisywana polemika stanowiła ważny etap w recepcji nowoczesnych poglądów naukowych i metodologicznych w Polsce. Natomiast z dzisiejszej perspektywy wydarzenia te są dobrym punktem wyjścia rozważań nad związkami fizyki i filozofii.

---

## A controversy around the theory of relativity in Lwów in the years 1920-1921

**Abstract:** This paper reminds a philosophical debate around the theory of relativity, which was taking place in Lwów from autumn of 1920 until beginnings of 1921. This controversy was in the context of researches on foundations of mechanics. These events are worth to be remembered because of their importance to philosophy in science in Poland. One of the results of this controversy was an interest in evolution of scientific notions. It inspired Zygmunt Zawirski's book *L'evolution de la notion du temps* (An evolution of the notion of time), which was awarded *Prix E. Rigano* by prestigious journal *Scientia*.

This controversy was an important stage in reception of modern scientific and methodological concepts in Poland. It is also a good starting point for consideration of relations between physics and philosophy.

---

Mija właśnie 90 lat od interesującej polemiki, która miała miejsce we Lwowie. Dlaczego warto dziś przypomnieć te wydarzenia z przełomu roku 1920 i 1921? Poza wartością historyczną tych wydarzeń pozwalają one z perspektywy czasu przyjrzeć się rewolucji, jaka w XX wieku dokonana się na gruncie fizyki. Skłaniają one do zastanowienia się nad związkami filozofii i fizyki oraz przypominają

o zapomnianym wkładzie polskich techników do rozwoju fizyki.

## Teoria względności na ziemiach polskich

Jak wiadomo, szczególna teoria względności (STW) została sformułowana w połowie roku 1905. Szybko została dostrzeżona przez Augusta Witkowskiego i jego współpracowników w Krakowie. Natomiast żywsze



zainteresowanie innych polskich uczonych teoria ta wzbudziła dopiero kilka lat później – po raz pierwszy była publicznie omawiana podczas X Zjazdu Lekarzy i Przyrodników Polskich, który odbył się 22-25 lipca 1907 r. we Lwowie, gdy współpracownik Einsteina Jakub Laub prezentował wyniki swych prac. Szczyt zainteresowania STW przypadł na rok 1911 – należy jednak zaznaczyć, że ta teoria, nie wywołała polemik.

Odmienne potoczyły się losy ogólnej teorii względności, która została sformułowana w 1915 roku, w trakcie trwającej już I wojny światowej. To właśnie wydarzenia wojenne opóźniły próby potwierdzenia nowej teorii i jej recepcję. Należy wspomnieć tutaj również o sytuacji we Lwowie, który w trakcie pięciu lat był – jak określali ówczesni – „miastem frontowym”. Najpierw przez miasto przetoczyły się walki w czasie kampanii galicyjskiej (wraz z dotkliwą okupacją rosyjską), następnie w 1918 walki polsko-ukraińskie, a później, w 1920 r., w bliskim sąsiedztwie miasta doszło do walk polsko-bolszewickich. Warto zatem docenić wysiłki tamtejszych naukowców – już w czasie wojny pierwsze wzmianki o nowej teorii pojawiły się w środowisku lwowskich filozofów (na łamach *Ruchu Filozoficznego* streszczano niektóre dostępne prace niemieckie) oraz w środowisku związanym z Politechniką Lwowską (Alfred Denizot). W pierwszej połowie roku 1920 powstała doskonała praca Zygmunta Zawirskiego porządkująca ówczesnie znane filozoficzne problemy wynikające z teorii Einsteina [1].

## Przyczyny polemiki

Do zrozumienia podłoża polemiki wokół teorii względności konieczne jest uwzględnienie tła historycznego. Splot powojennego chaosu i nastrojów rewolucyjnych w społeczeństwach tej części Europy stworzył piorunującą mieszaninę, która była pożywką gorących dysput. Należy zaznaczyć, że polemiki wokół teorii względności wybuchły najpierw w Niemczech, a ich podłożem było pseudonaukowe i wiążące się z sytuacją powojenną oraz rodzącym się na jej tle antysemityzmem [2].

Teoria względności A. Einsteina stała się przedmiotem polemiki we Lwowie za przyczyną Juliana Zachariewicza, syna słynnego lwowskiego architekta Juliana Oktawiana Zachariewicza. Julian Zachariewicz był literatem, który po studiach w Berlinie przebywał do 1920 roku

w Charlottenburgu (obecnie dzielnica Berlina). Równocześnie utrzymywał on kontakty z lwowskim środowiskiem naukowym – był członkiem Polskiego Towarzystwa Filozoficznego we Lwowie. W październiku 1920 r. na łamach lwowskiego *Słowa Polskiego* opublikował on krótką pracę zatytułowaną „Teoria relatywności i Albert Einstein”. W tym dyletanckim artykule próbował przenieść niemieckie polemiki wokół teorii względności na grunt środowiska lwowskiego. Zaatakował teorię względności używając wielu pseudonaukowych argumentów zaczerpniętych z berlińskich wystąpień przeciw Einsteinowi. Zachariewicz dostrzegał w nowej teorii zagrożenie dla nauki i niedwuznacznie sugerował, że bazuje ona na filozoficznych oszustwach.

Atak Zachariewicza trafił na grunt rodzącego się zainteresowania nową teorią, jednak sama próba ataku nie powiodła się. Nie udało mu się sprowadzić dyskusji na pozanaukowe, ideologiczne tory. Zawdzięczamy to przede wszystkim profesorowi Politechniki Lwowskiej, słynnemu już wówczas specjalście z dziedziny teorii wytrzymałości materiałów i mechaniki teoretycznej Maksymilianowi Tytusowi Huberowi. Podjął on polemikę w obronie podstawowych wartości naukowych a także w obronie samego Einsteina.

## Maksymiliana T. Hubera polemika z próbami ideologizacji nauki

W połowie listopada tego samego roku Huber opublikował, także na łamach *Słowa Polskiego*, obszerną pracę „Albert Einstein i jego teoria”. Stanowiła ona nie tylko rzeczową dyskusję z zarzutami Zachariewicza, ale była również dobrą popularyzacją głównych koncepcji STW i OTW. Huber zwrócił również uwagę na filozoficzną doniosłość teorii Einsteina. Aby odeprzeć zarzuty oponenta musiał przeprowadzić analizę filozoficznych podstaw i znaczenia teorii. W ten sposób jego praca – z konieczności drukowana na łamach dziennika – stała się ważnym przyczynkiem do rozwoju filozofii przyrody w Polsce [3]. Ta filozoficzna argumentacja nie tylko pozwoliła mu obnażyć błędy oponenta, ale stała się również podstawą polemiki z niebezpiecznymi deformacjami w nauce.

Huber piętnował metodologiczne dyletanctwo, nadużycia i przekłamania Zachariewicza, który był niechlubnym przykładem intelektualisty nie znającego nauki, a mimo to



osądzającego ją. Huber wyraźnie bronił naukę przed przenikaniem do niej wątków szowinistycznych i innych prób jej ideologizacji. Zwracał w tym celu uwagę na obiektywistyczną stronę działalności naukowej, której celem ma być jedynie podążanie do poznania prawdy o przyrodzie. O wartości teorii decydowała zaś jedynie zgodność z doświadczeniami i to, czy w logiczny sposób potrafi ona powiązać różne obserwacje i inne teorie w ramach pewnej matematycznej struktury.

## Polemika w środowisku Polskiego Towarzystwa Politechnicznego

Dalszy ciąg polemiki rozgrywał się w kręgu związanym z Polskim Towarzystwem Politechnicznym we Lwowie. To zasłużone dla rozwoju polskiej techniki towarzystwo stało się w początkach XX wieku forum prezentacji najnowszych osiągnięć fizyki. Wynikało to ze sformułowanej tam koncepcji działalności inżynierskiej mocno opartej na podbudowie teoretycznej.

W grudniu 1920 roku profesor lwowskiego Uniwersytetu Stanisław Loria zaprezentował na posiedzeniach wspomnianego towarzystwa cykl odczytów o teorii Einsteina. Odczyty te wywołały dłuższą dyskusję, w której ważny udział wziął znany lwowski inżynier i filozof Waclaw Wolski. Opublikował on, również na łamach *Słowa Polskiego*, obszerny artykuł zatytułowany „W obronie absolutu (Z dyskusji nad teorią Einsteina)”. Ostrze krytyki Wolskiego dotyczyło fundamentalnych pojęć mechaniki przestrzeni i czasu. Próbował on uzasadnić, że niemożliwe jest odrzucenie z fizyki absolutnych pojęć czasu i przestrzeni wprowadzonych tam przez Newtona. Rozumowanie Wolskiego było bodajże ostatnią próbą głębszej krytyki teorii Einsteina, niestety oparte zostało na błędnych założeniach filozoficznych.

Do polemiki włączył się również filozof ze szkoły Kazimierza Twardowskiego – Zygmunt Zawirski. W połowie stycznia 1921 r. podjął on polemikę z Wolskim wykazując mu błędy filozoficzne (historyczne i rzeczowe). W kolejnej pracy opublikowanej również w styczniu 1921 r. pt. „Czas i przestrzeń w przedstawieniu wielkich filozofów” ukazał on rozwój pojęcia czasu w filozofii. Celem tej pracy było rozwianie błędnych przekonań dotyczących roli filozofii w formułowaniu koncepcji czasu i zapoznanie czytelników z różnorodnością poglądów na ten temat, co

pozwalalo łatwiej zaakceptować Einsteinowską koncepcję czasu.

Dyskusje wokół teorii względności ukazały bezpodstawność popularnych oskarżeń wobec teorii względności, które mówiły, że jest ona wyrazem wiary w absolutną względność wiedzy i owocem nihilizmu filozoficznego. Zagadnieniu temu Zawirski poświęcił nawet osobną pracę pt. „Fizykalna teoria względności a relatywizm filozoficzny”, opublikowaną pierwotnie również na łamach *Słowa Polskiego* w roku 1921. Pod piórem tego wybitnego filozofa praca ta stała się również krytyką nieuprawnionego wykorzystywania teorii względności do uzasadniania pewnych kierunków relatywistycznych (chodziło głównie o poglądy J. Petzolda).

Zawirski zakończył wspomniany artykuł cytatem z pracy H. Weyla *Raum, Zeit, Materie* (1919). Słowa te stanowią doskonałe domknięcie lwowskiej polemiki – ujawniają one emocje i oczekiwania, które wówczas towarzyszyły recepcji tej teorii, a dziś mogą być mało czytelne. Przytoczmy zatem te słowa za Zawirskim:

„Ktokolwiek obejmie jednym rzutem oka całość tych nowych zdobyczy nauki, ten niezawodnie dozna pewnego uczucia wolności – pękła bowiem ciasna klatka, w jakiej dotąd myśl ludzka była uwięziona; każdego przejmie to uczucie pewności, że rozum nasz nie jest tylko ludzkim narzędziem i środkiem zaradczym w walce o byt, lecz że mimo błędów i wszelkich niejasności dorasta on przecież do rozumu świata, a świadomość każdego z nas jest tylko miejscem, w którym jedno światło i życie prawdy samo siebie w zjawisku ujmuje. Do ucha naszego dostała się para zasadniczych akordów owej harmonii sfer, o jakiej marzyli Pitagoras i Kepler”[4].

Polemika we Lwowie nie zamknęła ostatecznie okresu kontrowersji wokół teorii względności. Najważniejszym bodajże jej skutkiem było natomiast przygotowanie gruntu pod recepcję kolejnej rewolucyjnej teorii – nowej mechaniki kwantowej. Koncepcje mechaniki kwantowej – mimo swej rewolucyjnej treści – nie wzbudziły już większych sprzeciwów, co jest doskonałym świadectwem tego, że poglądy na fizykę w krótkim czasie uległy już trwałemu przeobrażeniu.



## Specyfika lwowskiej polemiki

Przedstawione powyżej wydarzenia lokują się również w szerszej perspektywie rozważań nad podstawami mechaniki, które rozwijały się we Lwowie od pierwszych lat XX wieku. Problematyka ta szczególnie zainteresowała środowisko uczonych związanych ze Szkołą Politechniczną [5]. Żywe zainteresowanie problematyką podstaw mechaniki wiąże się z recepcją prac o charakterze filozoficznym autorstwa Ernesta Macha, Henriego Poincarégo i Johna Bernarda Stallo. Wśród naukowców zajmujących się tymi zagadnieniami należy wymienić nazwiska takie jak: Bronisław Biegeleisen, Lucjan Böttcher, Cezary Russyan, Alfred Denizot i wspomniany już Maksymilian T. Huber.

Tradycja rozważań kwestii związanych z podstawami mechaniki zaważyła na kształcie omawianej polemiki. Po odparciu napaści Zachariewicza jednym z najważniejszych problemów stała się bowiem kwestia relacji mechaniki relatywistycznej do mechaniki newtonowskiej. Skupienie się na badaniu podstaw mechaniki zaowocowało również tym, że zmiany wprowadzone przez OTW rozważano przez pryzmat rozwoju fundamentalnych pojęć mechaniki: czasu, przestrzeni, materii. Najlepszy wyraz tej tendencji dał M.T. Huber w 1925 r. w odczycie „Rola teorii względności w ewolucji fundamentalnych pojęć mechaniki” wygłoszonym na posiedzeniu Towarzystwa Naukowego we Lwowie [6]. Warto tutaj wspomnieć, że zagadnienie ewolucji podstawowych pojęć mechaniki doprowadziło do powstania jednej z najważniejszych prac w polskiej filozofii przyrody. W latach trzydziestych wspomniany już Zygmunt Zawirski powrócił do poruszanego wcześniej problemu rozwoju pojęcia czasu i napisał wspaniałą pracę *L'evolution de la notion du temps* [7], za sprawą której wygrał nagrodę w międzynarodowym konkursie ogłoszonym przez prestiżowe czasopismo *Scientia*. Do dziś praca Zawirskiego niewiele straciła na swej wartości i stanowi ważny wkład w nurt filozoficznych rozważań o czasie.

## Od polemiki do popularyzacji kosmologii relatywistycznej

Innym interesującym i wartym przypomnienia aspektem polemiki są jej związki z popularyzacją koncepcji związanych z kosmologią relatywistyczną. Przypomnijmy, że była to wów-

czas dyscyplina młoda – za jej początek przyjmuje się wygłoszenie przez A. Einsteina w dniu 8 lutego 1917 r. referatu *Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie* [8]. W pracy tej przedstawiony został statyczny model kosmologiczny opisujący geometryczne własności Wszechświata oparty na ogólnej teorii względności (OTW).

Maksymilian T. Huber już podczas polemiki z Zachariewiczem przedstawił obszernie informacje [9] o znaczeniu teorii Einsteina dla kosmologii, aby ukazać przede wszystkim, że OTW posiada ważne zastosowania naukowe oraz filozoficzne. Lwowski naukowiec zwracał uwagę na to, że model Einsteina pozwalał rozstrzygnąć paradoksy związane z problemem skończoności lub nieskończoności wszechświata (Huber uznawał to za problem filozoficzny). Warto wspomnieć, że uwagi spisane przez Hubera są, według dzisiejszej wiedzy historycznej, pierwszymi polskimi wzmiankami o kosmologii relatywistycznej. Podobnie do koncepcji kosmologii relatywistycznej odwoływał się Stanisław Loria w swych odczytach o teorii względności wygłoszonych w Polskim Towarzystwie Politechnicznym. Niestety zainteresowanie kosmologią, które wzbudziła polemika, szybko się wówczas wyczerpało.

## Zakończenie

Dlaczego warto po latach przypominać o wydarzeniach z przełomu roku 1920 i 1921? Sądzę, że decyduje o tym wpływ, jaki miały te wydarzenia na kształtowanie się polskiej filozofii i nauki. Przede wszystkim owocem polemiki wokół teorii względności było zwiększone zainteresowanie zagadnieniami filozoficznymi tkwiącymi w nauce. W ośrodku lwowskim doprowadziło ono do utrwalenia się nowoczesnego modelu rozważań bliskiego dzisiejszej *philosophy in science*. Wtedy także powstały liczne przekłady różnych prac związanych z teorią względności – autorem większości sygnowanych jest M.T. Huber.

Opisane powyżej wydarzenia przypadły na okres gwałtownej modernizacji społeczeństwa polskiego, która wiązała się z usuwaniem skutków I wojny światowej i zaborów. Zadanie to, mimo dramatycznych trudności udało się wykonać, a ważną rolę odegrały w nim nauki ścisłe i technika. Lwowska polemika była małym, choć ważnym etapem w tym procesie, gdyż u zarania polskiej państwowości udało się obro-



nić naukę i technikę przed ideologizacją, mimo że w Niemczech i w Związku Radzieckim górę wzięła właśnie koncepcja uzależnienia nauki od ideologii. Warto docenić dalekowzroczność ówczesnych naukowców i ich troskę o sprawy natury ogólnej. Przypomniane tu wydarzenia ukazują również niepodważalne zalety interdyscyplinarnego kształcenia dla rozwiązywania kluczowych problemów nauki. Choć ówczesnemu systemowi edukacji można zarzucić wiele niedoskonałości, trzeba przyznać, że kształcił ludzi, którzy potrafili odpowiedzialnie podejmować śmiało wyzwania intelektualne.

Na wspomnianą polemikę można również spojrzeć z perspektywy metanaukowej. Ukazuje ona wówczas, że poważne zmiany na gruncie fizyki pociągają za sobą nowe ujęcia fundamentalnych kwestii filozoficznych, co zmusza naukowców do odpowiedzialnego podjęcia rozważań filozoficznych a filozofów do zrozumienia teorii naukowych [10]. Sądzę, że warto dziś przypomnieć tę historię, gdyż pokazuje ona, że choć współpraca filozofów i fizyków najeżona jest zawsze trudnościami, to jest możliwa, a jej owoce są interesujące. Zaduma nad tym przyda się zwłaszcza teraz, gdy fizyka teoretyczna znów coraz mocniej kieruje się ku filozofii, co doskonale widać na przykładzie takich postaci jak chociażby R. Penrose i S. Hawking.

PS. Autor składa podziękowanie p. Piotrowi Lipskiemu za udostępnienie odbitek niektórych wymienionych tu materiałów pochodzących ze *Słowa Polskiego*.

- [1] Zygmunt Zawirski podczas posiedzenia Polskiego Towarzystwa Filozoficznego we Lwowie dnia 25 czerwca 1920 r. przedstawił swój referat *Refleksje filozoficzne nad teorią względności*. Odczyt ten został następnie opublikowany jako praca: „Refleksje filozoficzne nad teorią względności”, *Przegląd Filozoficzny*, XXIII (1920), s. 343-366. Więcej na temat tej pracy pisałem w artykule: „Zygmunta Zawirskiego refleksje filozoficzne nad teorią względności”, [w:] *Krakowska filozofia przyrody w okresie międzywojennym*, t. 3., M. Heller, J. Mączka, P. Polak, M. Szczerbińska-Polak (red.), OBI-Biblos, Kraków-Tarnów 2007, s. 305-320.
- [2] Zob. D.E. Rowe, „Einstein's allies and enemies: debating relativity in Germany, 1916-1920”, [w:] *Interactions: mathematics, physics and philosophy*, red. V.F. Hendricks et al., ser. *Boston Studies in the Philosophy of Science*, t. 251, Springer, Dordrecht 2006, s. 231-280; W. Schlicker, „Geneza sporów wokół Alberta Einsteina w Niemczech w latach 1920-1922/3”, *Kwartalnik Historii Nauki i Techniki*, XXIV (1979), s. 789-804; A. Pais, *Pan Bóg jest wyrafinowany... Nauka i życie Alberta Einsteina*, Prószyński i S-ka, Warszawa 2001, rozdz. 16d.
- [3] Uwaga ta jest ważna dla wypełnienia dotkliwych luk w historii filozofii polskiej. Dotychczas nie dostrzegano specyfiki uprawiania filozofii przyrody w ośrodku lwowskim (poza pracami Z. Zawirskiego), skupiając się głównie na pracach najważniejszych przedstawicieli słynnej filozoficznej szkoły Kazimierza Twardowskiego, zwanej Szkołą Lwowsko-Warszawską.
- [4] Cytat według wydania książkowego pracy: Z. Zawirski, *Relatywizm filozoficzny a fizikalna teoria względności*, nakł. Autora, Lwów 1921, s. 79.
- [5] Szkoła Politechniczna we Lwowie była na początku XX wieku jedyną polską wyższą szkołą techniczną. Stanowiła ona silny ośrodek mechaniki, co wiązało się z ważnymi technicznymi zastosowaniami tej dziedziny.
- [6] M.T. Huber, *Rola teorii względności w ewolucji fundamentalnych pojęć mechaniki*, nakładem Towarzystwa Naukowego we Lwowie, Lwów 1925.
- [7] Z. Zawirski, *L'evolution de la notion du temps*, Librairie Gebethner et Wolff, Cracovie 1936. Zob. także wersję skróconą tej pracy: „Rozwój pojęcia czasu”, *Kwartalnik Filozoficzny*, XII (1936), s. 48-80, 99-121.
- [8] Opublikowane jako: A. Einstein, „Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie”, *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften*, VI (1917), s. 142-152.
- [9] Poświęcił im obszerną ostatnią (piątą) część swej pracy *Albert Einstein i jego teoria* (1920), wydanej wówczas również jako odbitka nakładem *Słowa Polskiego*.
- [10] Koncepcja ta doczekała się sformułowania dopiero kilka dekad później z powodu dominacji neopozytywizmu i filozofii marksistowskiej, które odmiennie ujmowały kwestię wzajemnych oddziaływań nauki i filozofii.



# XXIV Forum Dziekanów Wydziałów Fizyki i Dyrektorów Instytutów Fizyki

Prof. dr hab. Ryszard Naskręcki, *Przewodniczący Forum*

W dniach 20-21 listopada 2010 r. na Wydziale Fizyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu po raz 24. spotkali się dziekani wydziałów fizyki oraz dyrektorzy instytutów fizyki z całej Polski. Program tego dwudniowego spotkania wypełniony był wystąpieniami zaproszonych prelegentów oraz dyskusjami wszystkich uczestników.

Jako pierwszy wystąpił profesor Jerzy Szwed, były podsekretarz stanu w Ministerstwie Nauki i Szkolnictwa Wyższego, ale także były dziekan Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Uniwersytetu Jagiellońskiego i uczestnik wcześniejszych spotkań Forum.

Prof. Szwed omówił szereg problemów związanych zarówno z wcześniej zakończoną procedurą parametryzacji jednostek naukowych jak i z wdrażanym pakietem ustaw reformujących system nauki w Polsce. W dyskusji zwracano uwagę na problem oceny tzw. wydziałów niejednorodnych, które w swojej strukturze obok instytutów fizyki zawierają instytuty chemii, matematyki czy informatyki. Wielu dyskutantów poruszało także problem obiektywizacji parametrów oceny jednostek naukowych. Kolejnym prelegentem był prof. Jerzy Lis, wiceprzewodniczący Rady Głównej Szkolnictwa Wyższego. Prelegent omówił umocowanie, strukturę i rolę Rady Głównej Szkolnictwa Wyższego w systemie szkolnictwa wyższego i nauki w Polsce jak i przedstawił stanowiska Rady w kwestii nowego pakietu ustaw reformujących system nauki w Polsce.

W kolejnym wystąpieniu profesor Krzysztof Krasowski, prawnik i prorektor UAM, omówił szczegółowo (także od strony prawnej) projekty ustaw o szkolnictwie wyższym oraz o tytule i stopniach naukowych. Prelegent przedstawił także stanowisko KRASP w wielu kluczowych sprawach, które mają być uregulowane w nowelizacji obydwu ustaw.

Po przerwie obiadowej profesor Ryszard Sosnowski, jako członek Rady Nauki (Komisja

Badań na Rzecz Rozwoju Nauki, Zespół Nauk Ścisłych) przedstawił szczegółowo proces oceny oraz wyniki parametryzacji jednostek naukowych w grupie jednorodnej fizyka i astronomia. Profesor przedstawił szereg danych ilościowych pokazujących zarówno sytuację w grupie jednorodnej jak również pozycję tej grupy na tle innych. Ważnym było także merytoryczne uzasadnienie właściwego wyboru liczby jednostek naukowych, które rekomendowano do pierwszej kategorii.

W kolejnym wystąpieniu profesor Wojciech Nawrocik (Komisja Badań na Rzecz Rozwoju Nauki, Zespół Nauk Ścisłych) przedstawił syntetyczne informacje o konkursach grantowych, w szczególności dane dotyczące ostatniego konkursu grantowego. Referat zawierał duże ilości danych, które pozwoliły określić konkurencję aplikacji o projekty własne i promotorские oraz nakreślić parametry „modelowego wniosku grantowego”.

Następnym wystąpieniem był referat profesora Wiesława Kamińskiego, Prezesa Polskiego Towarzystwa Fizycznego p.t. „Działania PTF na rzecz środowiska fizyków polskich”. Prelegent przedstawił skład organów statutowych PTF oraz najważniejsze cele i zadania Towarzystwa. Na koniec wystąpił z apelem, aby ośrodki akademickie poodejmowały i wspierały działania na rzecz młodzieży zainteresowanej fizyką.

Po krótkiej przerwie wystąpił Bogdan Czubak z firmy ABE Marketing, reprezentującej American Institute of Physics. Prelegent omówił funkcjonowanie Konsorcjum AIP/APS w Polsce oraz zawartość oferty wydawniczej (tytuły czasopism) udostępnianej w ramach tego konsorcjum. Pokazano liczby przeczytanych artykułów naukowych wg tytułów i lat (2006-2009) – wzrost ze 121 tys. do 201 tys. i średni koszt przeczytania jednego artykułu na poziomie 2 USD. W kolejnym wystąpieniu profesor Ryszard Naskręcki (UAM) przedstawił referat p.t. „NCN, NCBR i KEJN i co dalej?” W oparciu o ustawę



z dnia 30 kwietnia 2010 r. i przepisy wprowadzające ustawy reformujące system nauki prelegent postawił kilka pytań: czy nowe struktury zmienią (na lepsze) naukę i szkolnictwo wyższe, czy przyjmowana strategia wpływa na zmiany struktury, czy odwrotnie – zmiany w strukturze wpływają na strategię oraz czy nowe struktury zmniejszą stopień formalizacji, a więc liczbę przepisów określających cele i zadania, a także sposoby ich realizacji oraz stopień szczegółowości tych przepisów? Następnie omówił rolę i zadania nowych struktur: NCN, NCBiR oraz KEJN. Profesor Stefan Jurga (UAM) przedstawił swoją wizję tzw. klastrów wiedzy. Bazując na licznych przykładach z innych krajów pokazał możliwości tworzenia takich klastrów w warunkach polskich. Wystąpienie to zakończyło pierwszy dzień obrad. Jego dopełnieniem była jeszcze wspólna kolacja wszystkich uczestników.

Niedzielne posiedzenie Forum rozpoczęło się od wystąpienia profesora Stanisława Chwirota (UMK), który przedstawił referat p.t. „Krajowe Ramy Kwalifikacji – efekty kształcenia dla obszaru nauk ścisłych”. Prelegent zdefiniował pojęcie KRK oraz szczegółowo odniósł się do sposobu budowania efektów kształcenia w obszarze nauk ścisłych. W kolejnym referacie dr Władysław Chmielowski (ZIBJ Dubna) szczegółowo przedstawił problemy i sukcesy związane z wysyłaniem do ZIBJ w ramach programu Bogolubow-Infeld uczniów szkół średnich na wycieczki naukowe oraz studentów na praktyki i szkoły letnie. Następnie profesor Jerzy Warczewski, redaktor naczelny *Postępów Fizyki* przedstawił swoją wizję tego czasopisma w referacie p.t. „*Postępy Fizyki* - czasopismo wszystkich fizyków polskich”. W konkluzji prelegent stwierdził, że postawił sobie cele (na początku swojej działalności jako redaktor naczelny), aby *Postępy Fizyki*: „uzyskały nową szatę graficzną i pełny kolor na papierze kredowym (to już jest!), były umieszczone na ministerialnej liście czasopism naukowych, służyły także jako czasopismo, w którym mogliby drukować nauczyciele w ramach swoich przewodów doktorskich,

oraz aby doczekały się właściwego finansowania”. Ostatnim referatem był wystąpienie profesora Andrzej Zięby (AGH) p.t. „Sprawa przywrócenia i zmiany formuły konferencji Nauczanie fizyki w szkołach wyższych”. Profesor Zięba przedstawił historię tej konferencji oraz uzasadnił potrzeby jej reaktywacji w nowej, bardziej przystającej do nowych potrzeb formule. Po krótkiej dyskusji uczestników Forum ustalono, że konferencja ta pod nazwą „Nauczanie fizyki i astronomii w szkołach wyższych” zostanie reaktywowana i będzie organizowana co dwa lata (w latach pomiędzy zjazdami fizyków). Zdecydowano, że w roku 2012, już w nowej formule konferencja zostanie zorganizowana przez środowisko poznańskie.

Obrady XXIV Forum zakończyła dyskusja podsumowująca dwudniowe spotkanie, Forum przyjęło też kilka uchwał oraz wniosków co do dalszych działań.

Bez wątpienia kolejne spotkanie dziekanów i dyrektorów instytutów oraz zaproszonych gości było okazją do poszerzenia wiedzy uczestników o nowych regulacjach prawnych dotyczących nauki i szkolnictwa wyższego, do wymiany poglądów oraz do wzmocnienia kontaktów osobistych. Systematyczne spotkania dziekanów i dyrektorów instytutów wzmocniają integrację środowiska, pozwalają także wypracować wspólny punkt widzenia na wiele kwestii związanych zarówno z zarządzaniem jak i wykonywaniem ustawowych zadań wydziałów i instytutów. Fizyka jako dziedzina nauki i obszar kształcenia akademickiego ma ogromne możliwości i szanse, ale także pojawia się coraz więcej zagrożeń. Ważnym jest więc, aby osoby kierujące wydziałami i instytutami były w pełni przekonane, że zintegrowane działania całego środowiska, nie tylko że nie przeczą idei akademickiej konkurencji, ale znacznie skuteczniej budują prestiż fizyki i fizyków.

I jeszcze serdeczne podziękowania należą się mgr Katarzynie Panek, kierownicze dziekanatu Wydziału Fizyki UAM, która po raz kolejny znakomicie przygotowała to wydarzenie.



## Ryszard Naskręcki



Urodził się w 1958 r. w Ostrowie Wielkopolskim. Ukończył Technikum Kolejowe Ministerstwa Komunikacji w Ostrowie Wielkopolskim ze specjalnością sieci i zasilanie. W latach 1978-1983 studiował fizykę doświadczalną na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu. Pracę na UAM rozpoczął w kierowanym przez profesora F. Kaczmarska Zakładzie Elektroniki Kwantowej (od 1989 r. na stanowisku asystenta). Stopień naukowy doktora nauk fizycznych otrzymał w roku 1992 (promotor prof. F. Kaczmarek), a stopień naukowy doktora habilitowanego otrzymał w roku 2001 na podstawie rozprawy habilitacyjnej „Femtosekundowa spektroskopia absorpcji przejściowej. Badania fotofizyczne stanów wzbudzonych cząsteczek wieloatomowych i krótkożyjących indywiduów”. W latach 1993 – 1998, jako stypendysta rządu francuskiego oraz Commisariat à l'Énergie Atomique, odbył trzy długoterminowe staże podoktorskie w CEA Saclay (Francja) i w Uniwersytecie w Lille (Francja).

Po doktoracie, w grupie dr. Jean Cluade-Mialocqa (CEA Saclay) współuczestniczył w budowie układu do pomiaru absorpcji przejściowej z femtosekundową zdolnością rozdzielczą. Układ ten umożliwił podjęcie czasowo-rozdzielczych badań spektroskopowych, w szczególności badań dynamiki procesów fotofizycznych i reakcji fotochemicznych oraz umożliwił pomiar czasów życia krótkożyjących indywiduów przejściowych. Badania te kontynuował w Université des Sciences et Technologies de Lille, w grupie badawczej dr. G. Buntinx. Najbardziej znaczącymi wynikami naukowymi tego okresu było wyznaczenie kinetyki procesu fotoodrywania elektronu w roztworze, poznanie własności fem-

tosekundowego kontinuum światła białego oraz opisanie zjawiska wzajemnej modulacji fazy XPM. Po powrocie do Poznania, w ramach projektu FASTKIN Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej, włączył się w tworzenie grupy ultraszybkiej spektroskopii optycznej. W marcu 1999 r. został uruchomiony, wówczas pierwszy w Polsce, układ do pomiaru absorpcji przejściowej z femtosekundową zdolnością rozdzielczą. Od kilku lat jego nowy obszar aktywności naukowej stanowi fizyka procesu widzenia i optometria.

W 2003 roku został zatrudniony na stanowisku profesora nadzwyczajnego na Wydziale Fizyki UAM, a 7 października 2010 r. otrzymał nominację profesorską. Opublikował ponad 70 artykułów naukowych i dydaktycznych, wypromował ponad 40. magistrów i 2 doktorów. Jest autorem licznych recenzji w przewodach doktorskich i habilitacyjnych. Wygłosił wiele wykładów popularnonaukowych.

Jest członkiem Komitetu Fizyki Polskiej Akademii Nauk. W latach 2002-2005 pełnił funkcję prodziekana Wydziału Fizyki UAM, a od roku 2005 do chwili obecnej pełni funkcję dziekana. Od roku 2005 przewodniczy ogólnopolskiemu Forum Dziekanów Wydziałów Fizyki i Dyrektorów Instytutów Fizyki, a od roku 2008 jest Przewodniczącym Środowiskowej Komisji Akredytacyjnej Optyki Okularowej i Optometrii.

Brał udział w licznych konferencjach kształtujących Europejski Obszar Szkolnictwa Wyższego (EHEA) oraz Europejską Przestrzeń Badawczą (ERA). Aktywnie uczestniczył w projekcie Tuning Educational Structures in Europe; jest współautorem opracowania Reference Points for the Design and Delivery of Degree Programmes in Physics.

Przygotował liczne opinie i ekspertyzy dla Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Ministerstwa Zdrowia oraz Rady Głównej Szkolnictwa Wyższego. Jest współorganizatorem przedsięwzięcia biznesowo-naukowego - targów i konferencji naukowej OPTYKA (dotychczas dwie edycje: OPTYKA 2008 i OPTYKA 2010).

Z żoną Renatą (nauczyciel akademicki) są małżeństwem od 1983 roku, mają córkę Dobrochnę (uczennica I LO w Poznaniu) i syna Bartosza (doktorant na Wydziale Metamatematyki i Informatyki UAM). Jego hobby to DIY (ang. Do It Yourself), a w krótkich przerwach podróże po Polsce i Europie.

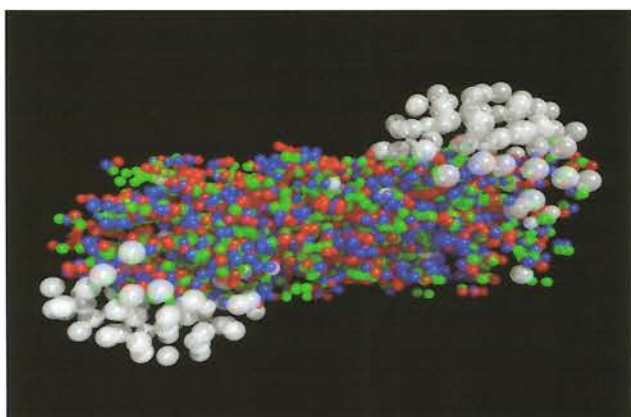


# Nowy wgląd na pierwotny Wszechświat dzięki LHC

Małgorzata Nowina Konopka

*Institut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego PAN, Kraków*

Zaplanowane na ten rok rozpędzanie i zderzenie protonów dobiegły pomyślnego końca. (...) Z początkiem listopada LHC (Large Hadron Collider - ang. Wielki Zderzacz Hadronów) wszedł w kolejną fazę operacji, w której do ogromnej energii będą przyspieszane i zderzane jony ołowiu" – napisano w komunikacie Europejskiego Laboratorium Fizyki Cząstek Elementarnych (CERN).



Symulacja zderzenia dwóch jonów ołowiu

Jednym z głównych celów przyspieszania jonów ołowiu jest wytworzenie materii, jaka była w chwili narodzin Wszechświata. Zwykła materia jądrowa, z której cały widzialny wszechświat jest zbudowany, nie mogła istnieć w tych warunkach. Panowała zbyt wysoka i gwałtownie się zmieniająca temperatura, żeby kwarki mogły się skleić poprzez gluony, tworząc protony i neutrony, podstawowe cegiełki materii. Zamiast się łączyć cząstki elementarne poruszały się swobodnie tworząc stan nazywany plazmą kwarkowo-gluonową. Podczas zderzania jonów ołowiu rozpędzonych do ogromnych prędkości w akceleratorze LHC, w maleńkiej objętości koncentruje się energia wystarczająca do powstania kropelek plazmy – pierwotnego stanu materii. Ich obecność można zarejestrować w szerokim widmie mierzalnych sygnałów.

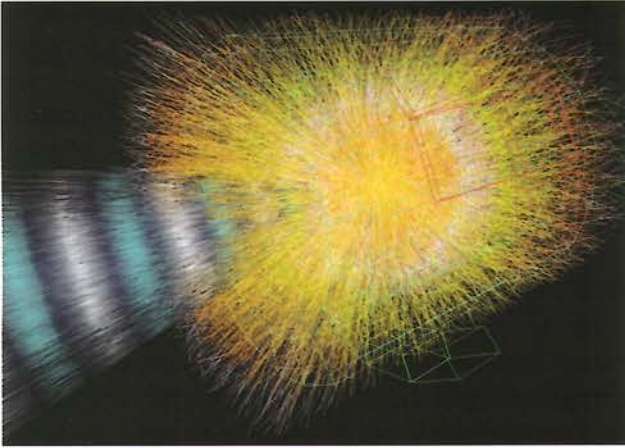
Badanie własności otrzymanej plazmy pozwoli poznać i opisać materię, jaka mogła istnieć w najwcześniejszych chwilach życia Wszechświata, kiedy miał on zaledwie kilka mikrosekund, czyli istniał dopiero przez kilka miliardowych części sekundy. Poznamy naturę siły wiążącej kwarki i gluony w protony, neutrony i ostatecznie wszystkie jądra okresowego układu pierwiastków. Poznamy najwcześniejsze etapy ewolucji Wszechświata.

Doprowadzenie do zderzeń dwóch skupionych wiązek jąder ołowiu pozwoli naukowcom wytworzyć drobiny plazmy, porównywalne wielkością do pojedynczego protonu (o średnicy około bilion razy mniejszej od milimetra). W tych "kropelkach" przez ułamek sekundy będzie panowała temperatura sto tysięcy razy wyższa niż w sercu Słońca. Drobiny te natychmiast ostygną i rozpułną się w próżni panującej wewnątrz akceleratora. Analiza tego, w jaki sposób będą znikaty, pozwoli dowiedzieć się wiele o podstawowych prawach fizyki, rządzących elementarnymi składnikami materii – powiedział prof. Marek Kowalski z IFJ PAN, kierownik zespołu fizyków krakowskich, pracującego od lat w eksperymencie ALICE.



Fizycy obserwują na monitorze pierwsze zderzenia jonów ołowiu. Pierwszy od lewej z wąsami – prof. Marek Kowalski (IFJ PAN)





Symulacja komputerowa Wielkiego Wybuchu

Polskie zespoły z Uniwersytetu Warszawskiego i Instytutu Problemów Jądrowych oraz zespół krakowski z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN uczestniczą od samego początku w programie badań zderzeń relatywistycznych jąder w CERN. Od końca lat osiemdziesiątych dwudziestego wieku Polacy pracowali w eksperymencie NA49, a obecnie w prowadzonym na LHC eksperymencie ALICE. Początkowo przyspieszano stosunkowo lekkie jądra – tlen i siarkę, a w roku 1994 zaczęto przyspieszać jądra ołowiu.

*„Dzięki zderzeniom jąder ołowiu, LHC stało się fantastyczną maszyną do Wielkiego Wybuchu” – powiedział spokesperson ALICE - Jürgen Schukraft. „Pod pewnymi względami kwarkowo-gluonowa materia wygląda jak idealna ciecz widziana na akceleratorze RHIC, lecz zaczynamy również widzieć przebłyski czegoś nowego”.*

Już kilka dni po rozpoczęciu zderzeń jąder ołowiu w eksperymencie ALICE (który jest głównie nastawiony na badanie relatywistycznych zderzeń ciężkich jonów) opublikowano wyniki w dwóch raportach. Wkrótce współpraca ATLAS (w której też pracuje liczna grupa fizyków z IFJ PAN) po raz pierwszy bezpośrednio zaobserwowała zjawisko znane jako *jet quenching* czyli hartowanie dżetów. Zjawisko to jest potężnym narzędziem do szczegółowego badania zachowania plazmy. Te obserwacje opisano w pracy przyjętej do publikacji w *Phys. Rev. Letters*. Eksperyment CMS potwierdził je, co zreferowano na konferencji 2-go grudnia w CERN.

Po ponad dwóch tygodniach pracy w eksperymencie ALICE, zaobserwowano znaczny wzrost liczby wyprodukowanych sygnałów od kropelek plazmy, w porównaniu do poprzednich eksperymentów. Oznacza to, że znacznie gorętsza plazma wytwarzana w LHC zachowuje się jak doskonała ciecz o bardzo niskiej lepkości. Te wyniki już wykluczają pewne teorie dotyczące zachowania pierwotnego Wszechświata.

Dyrektor badawczy CERN - Sergio Bertolucci uważa, że jest czymś imponującym, że eksperymenty stanowiące bardzo skomplikowaną fizykę tak szybko dały wyniki. *„Zespoły pracujące przy eksperymentach rywalizują ze sobą, kto pierwszy opublikuje osiągnięte nowe rezultaty, ale jednocześnie współpracują, aby uzyskać pełny obraz i uzgodnić wyniki. To jest piękny przykład, że konkurencja i współpraca są kluczową cechą tej dziedziny badań”.*



Detektor ALICE

Fabiola Gianotti – spokesperson eksperymentu ATLAS – twierdzi, że „Kolaboracja jest dumna z uzyskania w bardzo krótkim czasie tak ekscytującego wyniku i uważa, że stało się to dzięki poświęceniu i entuzjazmowi młodych naukowców”.

Zaplanowane na ten rok zbieranie danych ze zderzania ciężkich jonów na LHC dobiega końca. Następne miesiące są przeznaczone na ich analizę, która zapewne przyczyni się do powstania nowego, pełniejszego obrazu plazmy kwarkowo – gluonowej i w konsekwencji najwcześniejszych chwil życia Wszechświata.



## ■ Wyróżnienia Oddziału Gdańskiego PTF za Popularyzację Fizyki

Zgodnie ze statutem, Oddział Gdański Polskiego Towarzystwa Fizycznego rokrocznie przyznaje nagrody i wyróżnienia szczególnie zasłużonym popularyzatorom fizyki z Pomorza. Najwyższym wyróżnieniem Oddziału Gdańskiego jest Medal im. Prof. Ignacego Adamczewskiego przyznawany za wybitny wkład w upowszechnianie fizyki w szerokich kręgach społeczeństwa. Zgodnie z tradycją, wręczenie medalu odbywa się podczas uroczystości upamiętniającej wygłoszenie przez profesora Adamczewskiego pierwszego wykładu w powojennej historii Politechniki Gdańskiej. Dnia 14 czerwca 2010 roku Kapituła Medalu przyznała to zaszczytne wyróżnienie dr inż. Krystynowi Kozłowskiemu w uznaniu całokształtu jego działalności w dziedzinie popularyzacji fizyki. Wręczenie Medalu odbyło się 6 grudnia 2010 roku. Zwyczajową prelekcją laureat poświęcił wspomnieniom związanym z osobą profesora Adamczewskiego.

Dr inż. Krystyn Kozłowski urodził się 30 października 1937 roku. Studia wyższe ukończył w 1960 roku na Wydziale Elektroniki Politechniki Gdańskiej. W 1960 roku rozpoczął pracę na Politechnice Gdańskiej, z którą związał swoje całe życie zawodowe. Początkowo pracował w charakterze asystenta, następnie starszego asystenta, a po uzyskaniu w 1973 roku stopnia doktora nauk fizycznych podjął zatrudnienie na stanowisku adiunkta Międzywydziałowego Instytutu Fizyki. Od 1979 roku doktor Kozłowski pracuje na stanowisku starszego wykładowcy na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej PG. Krystyn Kozłowski bardzo aktywnie krzewi wiedzę fizyczną wśród młodzieży szkolnej oraz studentów. Przez szereg lat organizował, przygotowywał i prowadził sobotnie wykłady z demonstracjami z fizyki dla uczniów i nauczycieli szkół średnich. Przeprowadził również cykl wykładów Telewizyjnego Kursu Przygotowawczego z fizyki nagranych w Gdańskim Ośrodku Telewizyjnym. Ponadto czynnie uczestniczy w organizacji wykładów i pokazów w ramach Bałtyckiego Festiwalu Nauki. Laureat od wielu lat angażuje się w rozwój talentów naukowych młodzieży w dziedzinie fizyki. Był opiekunem

naukowym Sekcji Fizyki Gdańskiego Młodzieżowego Towarzystwa Przyjaciół Nauk, a także przez wiele lat brał udział w Komitecie organizacyjnym Olimpiad Fizycznych w Okręgu Gdańskim. Należy podkreślić, iż dr Kozłowski z równie ogromną troską podchodzi do procesu kształcenia młodzieży, stąd też pełnił On wiele funkcji administracyjnych związanych z kształceniem. W latach 1979-1984 był zastępcą dyrektora Międzywydziałowego Instytutu Fizyki, a w latach 1990-1996 pełnił funkcję prodziekana ds. kształcenia na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej PG, a także współpracował z Wojewódzką Radą Postępu Pedagogicznego w Gdańsku. Od 1996 roku dr inż. K. Kozłowski piastuje stanowiska: kierownika Zakładu Organizacji i Obsługi Dydaktyki na Wydziale FTiMS oraz Rzecznika Dyscyplinarnego dla studentów PG. Przez wiele kadencji działał w Zarządzie Oddziału Gdańskiego PTF, a w latach 1994-1996 był jego przewodniczącym. Zdobył wiele nagród Rektora PG I stopnia za działalność dydaktyczną. Posiada Złoty Krzyż Zasługi, Medal Komisji Edukacji Narodowej oraz odznaczenie za zasługi dla Gdańska. Laureat jest współautorem 31 prac naukowych, dotyczących elektronowego rezonansu paramagnetycznego oraz metod detekcji promieniowania jądrowego, a także podręczników z fizyki: „Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki”, „I laboratorium z fizyki. Cz. 1” oraz „Fizyka w tablicach dla kandydatów na studia i studentów”.

Ponadto OG PTF przyznał trzy nagrody za szczególne zasługi na polu popularyzacji fizyki. W roku 2010 otrzymali je: profesor dr hab. Janina Heldt z Wydziału Matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Gdańskiego, dr inż. Marek Chmielewski z WFTiMS Politechniki Gdańskiej oraz dr Bogusław Pranszke z WMFil Uniwersytetu Gdańskiego. Profesor Heldt otrzymała wyróżnienie za przeprowadzenie wraz ze współpracownikami serii pokazów „Podstawowe prawa fizyki w doświadczeniu” ze wszystkich działów fizyki podczas VIII Bałtyckiego Festiwalu Nauki w Gdańsku. Doktora Chmielewskiego wyróżniono za koordynowanie, inspirowanie, przygotowanie oraz przeprowadzenie wraz ze współpracownikami większości ciekawych i niezwykłych eksperymentów fizycznych podczas VIII Bałtyckiego Festiwalu Nauki na WFTiMS Politechniki Gdańskiej, a zwłaszcza wykonanie odlotu przy pomocy ponad 4000 baloników napełnionych helem, a doktora



Pranszke nagrodzono za całokształt działalności związanej z popularyzacją fizyki, a zwłaszcza za przygotowanie i prezentację wraz ze współpracownikami ciekawych eksperymentów fizycznych podczas kolejnych Bałtyckich Festiwali Nauki w Gdańsku.

Tomasz Jarosław Wąsowicz  
WFTiMS PG



Prof. dr hab. J. Sienkiewicz, dziekan WFTiMS PG, wręcza Medal im. Profesora Ignacego Adamczewskiego tegorocznemu laureatowi dr inż. Krystynowi Kozłowskiemu (fot. Marcin Hoppe)

## ■ Tytuły profesorskie

Prezydent Rzeczypospolitej Polskiej nadał w dniu 7 października 2010 tytuł naukowy profesora nauk fizycznych 23 osobom. Są to: Józef Jan Andrzejewski (UŁ), Aleksander Grzegorz Bródka (UŚI), Franciszek Stanisław Firszt (UMK), Paweł Juliusz Horodecki (PG), Sławomir Maksymilian Kaczmarek (ZUT), Jarosław Stanisław Koperski (UJ), Krzysztof Dariusz Kowalski (UŁ), Jerzy Madej (OA UW), Piotr Andrzej Magierski (PW), Ryszard Naskręcki (UAM), Maciej Jerzy Nowak (IF PAN), Marian Wilhelm Paluch (UŚI), Piotr Perlin (IWC PAN), Barbara Anna Pilawa (SUM, CMPiW PAN), Ryszard Jan Radwański (UP im.KEN), Zbigniew Stanisław Rudy (UJ), Wojciech Satuła (UW), Jan Sobczyk (UWr), Marek Szafranski (UAM), Piotr Targowski (UMK), Teresa Janina Tymie-

niecka (IPJ, UPH Siedlce), Marek Wasiucionek (PW) i Piotr Jan Wróbel (INTiBS PAN).

[isap.sejm.gov.pl](http://isap.sejm.gov.pl)

## ■ Medal KEN

Profesor Ludwik Dobrzyński został odznaczony Medalem Komisji Edukacji Narodowej przyznawanym za szczególne zasługi w dziedzinie oświaty i wychowania – w tym wypadku za szerzenie wiedzy na temat fizyki jądrowej i energii jądrowej. Od 14 lat kieruje on w Instytucie Problemów Jądrowych w Świerku centrum edukacyjnym (Dział Szkolenia i Doradztwa IPJ), przyjmującym w ciągu roku ok. 7 tys. gości – młodzieży szkolnej, nauczycieli i studentów. Stworzony przez prof. Dobrzyńskiego ośrodek jest znakomicie wyposażony; dysponuje m.in. laboratorium, w którym nawet młodzież szkolna może wykonywać doświadczenia i pomiary z użyciem izotopów promieniotwórczych i sztucznych źródeł promieniowania. Personel ośrodka przygotowuje też materiały dydaktyczne, prowadzi wykłady popularne poza Świerkiem i organizuje stanowiska poświęcone fizyce jądrowej i energii jądrowej na imprezach takich jak Festiwal Nauki czy Piknik Naukowy.

<http://www.ipj.gov.pl/pl/news/120.htm>

## ■ Lem patronem pierwszego polskiego satelity

Pod koniec roku 2011 w przestrzeń kosmiczną zostanie wyniesiony pierwszy polski satelita; wydarzenie to odbędzie się w ramach polsko-austriacko-kanadyjskiego projektu Brite, mającego zajmować się obserwacją najjaśniejszych gwiazd. W wyniku głosowania w Internecie patronem satelity został Stanisław Lem, wybrany miążdzącą liczbą głosów miłośników jego twórczości. Przypominamy, że Lem jest też patronem niezwykłego przedsięwzięcia – krakowskiego parku edukacyjnego noszącego imię „Ogród Doświadczeń im. Stanisława Lema”, zawierającego plenerową wystawę interaktywną w dużej skali pozwalającą na poznawanie praw fizyki i świata przyrody.

Patronem drugiego polskiego satelity, który zostanie wprowadzony na orbitę w roku 2013, został, również w głosowaniu internetowym, siedemnastowieczny gdański astronom Jan Heweliusz.

<http://www.aktualnosci.pan.pl>



## ■ Georges Charpak (1924 – 2010)

W dniu 29 września 2010 zmarł w Paryżu Georges Charpak, fizyk francuski polskiego pochodzenia. Urodził się w 1924 roku w Dąbrowicy (obecnie Ukraina). Gdy miał 7 lat, wyemigrował wraz z rodzicami do Francji. W czasie wojny Charpak brał udział we francuskim Ruchu Oporu; został uwięziony i osadzony w obozie koncentracyjnym w Dachau. Po wojnie uzyskał obywatelstwo francuskie.

W roku 1954 Charpak uzyskał doktorat z fizyki jądrowej w Collège de France, gdzie pracował w laboratorium Frédéric Joliot-Curie. Następnie rozpoczął pracę w CERN-ie, gdzie w roku 1968 zbudował wielodrutową komorę proporcjonalną do rejestracji cząstek naładowanych, która zastąpiła komorę pęcherzykową. W roku 1992 otrzymał za nią Nagrodę Nobla. Polski przekład jego wykładu noblowskiego zamieściliśmy w tomie 45 Postępów Fizyki (rocznik 1994, z.2, s. 141).

W połowie lat 90. Charpak zainteresował się edukacją w zakresie przedmiotów przyrodniczych, oferowaną dzieciom w szkole podstawowej, a nawet w wieku przedszkolnym. Współpraca z innym laureatem Nagrody Nobla, Leonem Ledermanem, zaowocowała inicjatywą „La main à la pâte” – w wolnym przekładzie „własnymi rękami”. Jej strategia opierała się na jedynym priorytecie – by używać wiedzy przyrodniczej dla wsparcia rozwoju umysłowego dziecka. Wymagało to jednak, by dzieci zdobywały tę wiedzę „własnymi rękami”. Dzięki patronatowi Francuskiej Akademii Nauk i aprobacie Ministerstwa Edukacji obecnie ok. 40% nauczycieli francuskich szkół podstawowych stosuje to podejście. Metoda ta przyjęła się także w innych krajach, m.in. w Azji i Ameryce Południowej. W Europie jest ona rozpowszechniana za pośrednictwem programów Pollen i Fibonacci; w tym ostatnim uczestniczy także Polska.

<http://www.sciencemag.org>



# Sesje wspomnieniowe i nadanie audytoriom Wydziału Fizyki UAM imion wybitnych Profesorów Szczepana Szczeniowskiego i Arkadiusza Piekary

Zbigniew Jacyna-Onyszkiewicz, Zdzisław Błaszczak, Bogdan Idzikowski

Wydział Fizyki UAM

Na Wydziale Fizyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu miały miejsce w roku 2009 dwie sesje wspomnieniowe. Pierwsza odbyła się w dniu 25 lutego dla uczczenia Profesora Szczepana Szczeniowskiego (1898-1979) w trzydziestą rocznicę jego śmierci, a druga, przeprowadzona w dniu 22 maja, była poświęcona pamięci Profesora Arkadiusza Piekary (1904-1989). Obie sesje połączone były z uroczystością nadania imion tych wybitnych postaci dwóm salom audytoryjnym Wydziału i odsłonięciem pamiątkowych tablic.

W uroczystej sesji wspomnieniowej poświęconej Profesorowi Szczepanowi Szczeniowskiemu, którą prowadził prof. Zbigniew Jacyna-Onyszkiewicz, uczestniczyli fizycy z Uniwersytetu Łódzkiego, Instytutu Fizyki PAN w Warszawie, Politechniki Warszawskiej, Politechniki Poznańskiej, Instytutu Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu i oczywiście Wydziału Fizyki UAM.

Po przedstawieniu przez prowadzącego sesję sylwetki naukowej Profesora Sz. Szczeniowskiego, głos zabrali profesorowie: Franciszek Kaczmarek, Tadeusz Hilczer, Janusz Morkowski, Leszek Wojtczak, Leon Kowalewski, Tadeusz Lulek i Bogdan Fechner, którzy w różnych okresach byli współpracownikami Profesora.

Bardzo miłym akcentem tej uroczystości był liczny udział rodziny Profesora. Bratanica Profesora, dr Danuta Majewska oraz dr Lidia Goetting, której mężem był wnuk Profesora, przedstawiły liczne rodzinne zdjęcia i ciekawe dokumenty, między innymi list A.H. Comptona do E. Schrödingera, polecający talent młodego Szczeniowskiego.

## Fakty z życia naukowego Profesora Szczeniowskiego

Szczepan Szczeniowski urodził się 26 grudnia 1898 roku w Warszawie. Początek jego studiów zbiega się z otwarciem Uniwersytetu Warszawskiego w roku 1916. Szczepan Szczeniowski wstępuje na Wydział Filozoficzno-Przyrodniczy tej uczelni z chwilą jego uruchomienia. Jeszcze jako student zostaje w roku 1918 zastępcą asystenta, jednak początki jego kariery naukowej nie przebiegają bez zakłóceń typowych dla owych burzliwych lat. W pierwszym dniu wolności, 11 listopada 1918 roku Szczepan Szczeniowski zgłasza się ochotniczo do służby wojskowej i w 36 pułku Legii Akademickiej bierze udział w wielu operacjach i walkach, jakie toczą się jeszcze po zakończeniu I Wojny Światowej. Do przerwanych studiów wraca w roku 1920, po wojnie polsko-bolszewickiej





Profesor Szczepan Szczeniowski podczas uroczystości oddania do użytku w roku 1975 budynku Instytutu Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu

(foto A. Wójtowicz)

i kończy je w roku 1923. Już wcześniej, bo w styczniu 1921 roku, zostaje zastępcą asystenta u prof. Mariana Grotowskiego, a w roku 1922 - asystentem prof. Stefana Pieńkowskiego. Pod jego kierunkiem zajmuje się zagadnieniem energetycznej wydajności fluorescencji i na podstawie rozprawy, napisanej na ten temat, uzyskuje stopień doktora w roku 1926.

Rok 1927 wiąże się z całkowitą zmianą tematyki jego badań. Nowo promowany doktor, wkrótce po ukazaniu się w roku 1927 historycz-



Audytoryum im. Profesora Szczepana Szczeniowskiego podczas uroczystości nadania imienia

(foto M. Nowak)

nej pracy Davissona i Germera o dyfrakcji elektronów, przeprowadza pionierskie doświadczenia nad braggowskim odbiciem elektronów od płaszczyzn krystalograficznych bizmutu, zakończone opublikowaniem wyników w roku 1928 (*Sur la réflexion des électrons*, C.R. Acad. Sci. (Paris) 187 (1928) 106). Stanowią one jedno z największych osiągnięć w historii fizyki polskiej. Rok później wyjeżdża na roczny pobyt w Ryer-son Laboratory (Chicago University), gdzie pod kierunkiem sławnego A.H. Comptona prowadzi trudne badania eksperymentalne nad dwójtomo-nością promieniowania rentgenowskiego. Pobyt ten staje się przełomem w jego zainteresowa- niach rozbudzając głębokie zamiłowanie do fi- zyki teoretycznej pod wpływem kontaktów z teoretykami, a zwłaszcza z Wernerem Heisen- bergiem, który w tym samym czasie prowadzi w Chicago wykład i seminarium. Odtąd kieru- nek teoretyczny dominuje w całej działalności Szczepana Szczeniowskiego. Po powrocie do kraju obejmuje on stanowisko kontraktowe u prof. Pieńkowskiego i przedstawia pracę ha- bilitacyjną z kwantowej teorii ruchu elektronu w polu elektrostatycznym. Po habilitacji w roku 1930 i uzyskaniu stopnia docenta przyjmuje propozycję objęcia Katedry Fizyki Teoretycznej w Uniwersytecie Jana Kazimierza we Lwowie i tutaj rozwija samodzielną działalność naukową – początkowo na stanowisku zastępcy profes- sora, a od roku 1933 – profesora nadzwyczaj- nego. We Lwowie pracuje do roku 1937, w którym to roku obejmuje Katedrę Fizyki Teo- retycznej w Uniwersytecie Stefana Batorego w Wilnie.

W pierwszym okresie II wojny światowej Profesor Szczeniowski dzieli zmienne losy swojej wileńskiej Uczelni. Po przyłączeniu Wilna do Litwy, Uniwersytet Stefana Batorego prowadzi jeszcze przez szereg miesięcy normalną działal- ność, a Profesor pełni funkcję dziekana swego Wydziału, wybrany na to stanowisko tuż przed wybuchem wojny. Po zamknięciu uczelni w grudniu 1939 rozpoczyna się przewlekły okres organizowania uniwersytetu litewskiego. Wkrótce i on ulega likwidacji po zajęciu Wilna przez Niemców w roku 1941. W czasie okupacji niemieckiej Profesor ratuje się pracą w przed- siębiorstwie budowlanym, a następnie w firmie transportowej.

Wkrótce po drugiej wojnie światowej Szczeniowski przyjeżdża najpierw do Torunia, a następnie do Poznania obejmując we wrześ-





Nadanie imienia Profesora Szczepana Szczeniowskiego audytorium Wydziału Fizyki UAM w Poznaniu. Szarfę zdejmują Bratanica Profesora, dr Danuta Majewska i prof. T. Hilczer (foto M. Nowak)

niu 1945 Katedrę Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Poznańskiego. W roku 1946 zostaje mianowany profesorem zwyczajnym. Pracuje ponad miarę, sam prowadząc niemal wszystkie wykłady wobec braku innych samodzielnych pracowników naukowych. Odbudowuje Katedrę umieszczoną prowizorycznie w lokalach częściowo zniszczonych i pozbawioną aparatury. Mimo to rozciąga opiekę również nad Katedrą Fizyki Teoretycznej opuszczoną w roku 1946 przez prof. Pęczalskiego, po którego śmierci (w Paryżu) w roku 1947 zostaje jej kuratorem. Równocześnie dojeżdża na wykłady z fizyki teoretycznej do Wrocławia, cierpiącego wówczas również na niedostatek samodzielnych teoretyków. W roku 1948 Szczeniowski otrzymuje nominację na profesora Uniwersytetu Jagiellońskiego, jednak ulegając perswazjom ówczesnego rektora Uniwersytetu Poznańskiego prof. Ajdukiewicza, rezygnuje z zaszczytnego stanowiska na jednym z najstarszych uniwersytetów europejskich i dla ratowania fizyki poznańskiej pozostaje nadal w Poznaniu. Wykonując pracę kilku profesorów, prowadząc zdecydowaną większość wykładów z fizyki zarówno doświadczalnej jak i teoretycznej, dźwigając z gruzów – dosłownie i w przenośni – obie katedry, doczeka się odciążenia dopiero w roku 1952, kiedy Katedrę Fizyki Doświadczalnej przejmuje Profesor Arkadiusz Piekara.

Odtąd Profesor Szczeniowski zajmuje się przede wszystkim rozwojem Katedry Fizyki Teoretycznej. Równocześnie organizuje wraz z profesorami S. Loria i A. Piekarą poznańską filię

Instytutu Fizyki PAN, obejmując w niej w roku 1954 kierownictwo Zakładu Ferromagnetyków, w którym łączy badania eksperymentalne z teoretycznymi.

Niezmordowany w działalności organizacyjnej, troszczy się równocześnie o poziom i ukierunkowanie fizyki na polskich uczelniach technicznych. W związku z tym, już od roku 1955, dojeżdża z Poznania do Warszawy, by wykładać na Wydziale Łączności (obecnie Elektroniki) Politechniki Warszawskiej i zorganizować tam placówkę badawczą zajmującą się zarówno pracami doświadczalnymi jak i teoretycznymi. W roku 1957 obejmuje Katedrę Fizyki Ogólnej „B” na tymże Wydziale, która staje się trzonem powstałego w roku 1965 międzywydziałowego Instytutu Fizyki. Nie pozostawia jednak placówek poznańskich bez kierownictwa. Mimo przeniesienia się w roku 1962 na stałe do Warszawy, dojeżdża stamtąd regularnie do Poznania, by dalej kierować zarówno Zakładem Ferromagnetyków IF PAN, jak i Katedrą Fizyki Teoretycznej oraz prowadzić wykłady z fizyki teoretycznej na Uniwersytecie, który przyjął w tym czasie nazwę Uniwersytetu imienia Adama Mickiewicza. W roku 1963 kierowanie Katedrą składa w ręce habilitowanego od niedawna, Henryka Cofty, nadal jednak prowadzi niektóre wykłady na UAM. Nie opuszcza też placówki PAN, gdzie pomimo habilitowania się Janusza Morkowskiego, nie odmawia mu swojej pomocy w kierowaniu pracami z zakresu teorii magnetyzmu, a badaniami eksperymentalnymi nadal kieruje osobiście.

W roku 1964 Szczeniowski zostaje członkiem korespondentem Polskiej Akademii Nauk, a w 1965 pierwszym dyrektorem Instytutu Fizyki Politechniki Warszawskiej, utworzonego z połączenia kilku katedr. Stanowisko to piastuje aż do chwili przejścia na emeryturę w roku 1969. Od roku 1974 jest członkiem rzeczywistym PAN.

W dniu 7 grudnia 1971 roku Uniwersytet im. A. Mickiewicza nadaje Profesorowi Szczepanowi Szczeniowskiemu tytuł doktora *honoris causa*. Na niecały rok przed jego śmiercią, 80-tą rocznicę urodzin Profesora uczczono skromną uroczystością jubileuszową, zorganizowaną w Poznaniu w ramach II Ogólnopolskiej Konferencji „Fizyka Magnetyków 78”.

Dydaktyce poświęcił Profesor Szczeniowski ogromnie dużo myśli i trudu. W latach powojennych z jego podpisem w indeksie wyszły





Osobę i dzieło Profesora Szczepana Szczeniowskiego wspominali m.in. profesorowie F. Kaczmarek (u góry po lewej), L. Kowalewski (u góry po prawej), M. Morkowski (u dołu po lewej) i L. Wojtczak (u dołu po prawej) (foto M. Nowak)

setki fizyków, chemików, matematyków i inżynierów uzbrojonych w solidną wiedzę i umiejętność myślenia. Żądał bowiem Profesor – nie szczędząc czasu na rozmowy egzaminacyjne – nie tylko znajomości faktów, ale też ich kojarzenia i rozumienia przy ścisłym przestrzeganiu logiki i stosowaniu narzędzi teoretycznych nawet w przedmiotach doświadczalnych. Te same wymagania postawił również swemu znanemu i cenionemu, wielotomowemu podręcznikowi fizyki doświadczalnej, który imponuje bogactwem jasno podanych informacji i nowoczesnym ujęciem wielu pojęć i metod teoretycznych.

Profesor Szczeniowski przejawiał w zakresie organizacji nauki działalność tak wszechstronną, że nie sposób wymienić wszystkich jego zasług na tym polu. Wystarczy wspomnieć, że w latach 1937 - 1939 był redaktorem naczelnym miesięcznika *Acta Physica Polonica*, współorganizatorem pierwszej międzynarodowej konferencji na temat fizyki atomowej, zorganizowanej w roku 1938 w Warszawie pod protektorem Ligi Narodów, a także jednym z założycieli i pierwszym redaktorem (1949-1952) oraz wieloletnim Przewodniczącym Rady Redakcyjnej dwumiesięcznika *Postępy Fizyki*.



Profesor Szczeniowski również zorganizował i prowadził Podsekcję Fizyki Magnetyzmu w Komitecie Fizyki PAN.

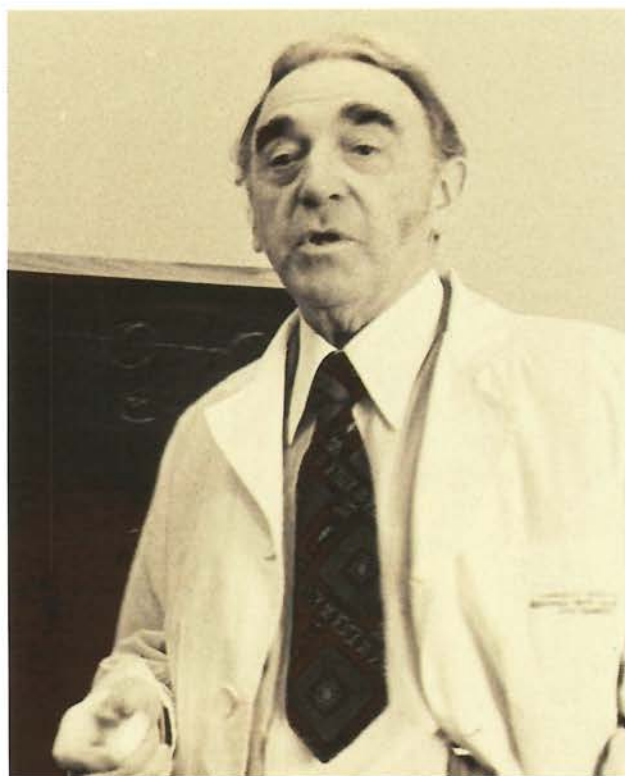
Uroczysta sesja wspomnieniowa poświęcona pamięci Profesora Arkadiusza Piekary, którą prowadził prof. Zdzisław Błaszczak, również zgromadziła bardzo liczne grono współpracowników, wychowanków i osób związanych z Profesorem. Obecna była małżonka Profesora Piekary Krystyna, córka doc. dr hab. Lidia Piekara-Sady oraz wnuk Arkadiusz Piekara (syn Marka). Zebranych powitał prof. Ryszard Naskręcki, dziekan Wydziału Fizyki, a sesję otworzył profesor Krzysztof Krasowski, prorektor UAM. Sylwetkę Profesora przybliżył zebrany jego bliski współpracownik, prof. Wojciech Nawrocik. Następnie odczytano nadesłane adresy: prof. Jerzego Janika, prof. Andrzeja Januszajtisa i prof. Ryszarda Tanasia. Poszczególne, ważne okresy życia i twórczości Profesora, przedstawili kolejno: mgr Zdzisław Moliński – okres rydzyski, doc. Kazimierz Badiąg – okres gdański, prof. Jan Stankowski – okres poznański, prof. Wojciech Gadomski – okres warszawski.

Po przerwie wielu mówców (profesorowie: Jerzy Dera, Franciszek Kaczmarek, Marian Surma, Antoni Śliwiński, Małgorzata Śliwińska-Bartkowiak, Stanisław Tyszkiewicz, Zbigniew Wierzbicki, Andrzej Więckowski, Jerzy Ziolo) przypomniało szczegóły swoich osobistych spotkań z Profesorem, a prof. Stankowski przytoczył wiele anegdot związanych z jego niezwykłą osobowością, erudycją i poczuciem humoru. W imieniu Rodziny Profesora głos zabarała dr hab. Lidia Piekara-Sady. Również Małżonka profesora, Pani Krystyna Piekara, serdecznie podziękowała za zorganizowanie tak wspaniałej uroczystości.

## Fakty z życia naukowego Profesora Piekary

Arkadiusz Henryk Piekara urodził się w roku 1904 w Warszawie. Już od wczesnych lat z wielką pasją zajmował się fizyką. Nie tylko uczył się fizyki z książek i artykułów popularnonaukowych, ale wykonywał różne eksperymenty w laboratorium zbudowanym przez siebie w mieszkaniu rodziców.

Piekara był początkowo uczniem gimnazjum humanistycznego, a następnie Gimnazjum im. Tadeusza Rejtana, gdzie uczył się do



Profesor Arkadiusz Piekara w czasie spotkania z grupą poznańskich studentów na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego w roku 1977 (foto B. Idzikowski)

klasy matematyczno-fizycznej. Jak sam wspominał, w Gimnazjum Rejtana pogłębił swoją wiedzę fizyczną pracując pod kierunkiem znakomitego nauczyciela fizyki doktora Bolesława Gawęckiego, który imponował mu wiedzą i autorytetem organizatora nauki wymagającego wiele od siebie i od innych.

Jego wczesne zainteresowanie fizyką doprowadziło do podjęcia studiów na Wydziale Filozoficznym Uniwersytetu Warszawskiego w roku 1922. Studia fizyki odbywał pod kierunkiem prof. Stefana Pieńkowskiego. Podczas studiów na Uniwersytecie Warszawskim zetknął się z wielu znanymi fizykami polskimi. Tam właśnie poznał Szczepana Szczeniowskiego, z którym, po wielu latach, współpracował w Poznaniu. Już w 1925 roku rozpoczął pracę nad rozprawą doktorską na temat stałej dielektrycznej zawiesin i emulsji, pod kierunkiem Profesora Pieńkowskiego, a w 1927 roku został Jego asystentem; zawsze też uważał Profesora Pieńkowskiego za swojego Mistrza.

Z inicjatywy ówczesnego ministra oświecenia Tadeusza Łopuszańskiego, w sierpniu 1928 roku Piekara przeniósł się do Rydzyny, gdzie objął posadę nauczyciela fizyki w organizującym się eksperymentalnym Gimnazjum im.



Sułkowskich. Tutaj mógł w pełni realizować i rozwijać swoje talenty pedagogiczne i prowadzić badania naukowe. Najpierw zorganizował pracownię fizyczną na wysokim poziomie i z wielkim zapałem oddał się pracy wychowawczej, dydaktycznej i naukowej. W 1930 roku Piekara doktoryzował się z wyróżnieniem na Uniwersytecie Warszawskim. W latach 1933-34 przebywał na stażu naukowym u prof. Aime Cottona w Paryżu.

W Rydzynie, w 1936 roku, wraz z bratem Brunonem odkrył nowe zjawisko - dodatnie nasycenie dielektryczne w nitrobenzenie i opracował teorię tego zjawiska, które w literaturze światowej jednoznacznie wiązane jest z jego nazwiskiem.

W roku 1937, na podstawie prac o stałej dielektrycznej układów rozdrobnionych, habilituje się na Uniwersytecie Jagiellońskim. Wybuch wojny zastaje go w Rydzynie. Z Rydzyny wyjeżdża do Krakowa, gdzie 6 listopada zostaje aresztowany wraz z profesorami Uniwersytetu Jagiellońskiego i osadzony w więzieniu we Wrocławiu, następnie w obozie w Sachsenhausen i potem w obozie w Dachau. Zwolniony z obozu 29 maja 1940 roku, zatrudnił się najpierw jako monter

w elektrowni krakowskiej, a później, jako technik w elektrowni w Mościcach.

Nawet w czasie okupacji Piekara prowadził badania naukowe, był wykładowcą w podziemnym Uniwersytecie Jagiellońskim, wziął udział w akcji badania resztek rakiety V-2, przechwyconej przez wywiad AK.

Po wyzwoleniu, w 1945 roku, Piekara podjął wykłady na Wydziale Lekarskim Uniwersytetu Jagiellońskiego, a w 1946 roku mianowany został profesorem nadzwyczajnym i objął kierownictwo Katedry Fizyki I na Politechnice Gdańskiej. Wraz z zespołem uczniów kontynuował prowadzone wcześniej badania ciekłych dielektryków i rozpoczął badania własności ferroelektrycznych tytanianu baru.

W roku 1952 Piekara przeniósł się do Poznania, gdzie po profesorze Szczeniowskim objął kierownictwo katedry Fizyki Doświadczalnej na ówczesnym Uniwersytecie Poznańskim. W Poznaniu stworzył także, wspólnie z prof. Szczeniowskim, placówkę naukową Polskiej Akademii Nauk, której zakłady utworzyły po kilku latach Instytut Fizyki Molekularnej PAN.

Z inicjatywy Piekary podjęto w Poznaniu, na uniwersytecie i w IFM PAN, badania włas-



Audytorium im. Profesora Arkadiusza Piekary podczas uroczystości nadania imienia

(foto M. Nowak)





Małżonka Profesora Arkadiusza Piekary Krystyna w rozmowie z prof. J. Małeckim (foto M. Nowak)

ności dielektrycznych cieczy i ciał stałych, badania struktury cieczy, badania zjawisk optycznych zachodzących w silnych polach elektrycznych i magnetycznych, badania cieczy i ciał stałych metodami rezonansów magnetycznych, badania wpływu ciśnienia na własności ciał stałych.

Profesor Piekara, wspólnie z prof. Stanisławem Kielichem, wniósł znaczny wkład w zrozumienie optycznych zjawisk nieliniowych. Razem z profesorami Janem Stankowskim i Franciszkiem Kaczmarkiem zapoczątkował w Poznaniu fizykę maserów i laserów. Nowym zjawiskiem, któremu Piekara poświęcił wiele swojego zapachu, stała się autokolimacja światła



Prof. M. Śliwińska-Bartkowiak i prof. J. Stankowski w przebiegu uroczystości (foto M. Nowak)

laserowego. Okres poznański był najbardziej owocnym w działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej Profesora Piekary. Tutaj zainicjował on nowoczesne badania naukowe i wykształcił najwięcej uczniów, którzy z powodzeniem kontynuują jego dzieło. Zaslugi Profesora Arkadiusza Piekary dla fizyki poznańskiej zostały uhonorowane przyznaniem doktoratu *honoris causa* Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w roku 1984.

W 1965 roku Piekara przeniósł się do Warszawy, gdzie otrzymał Katedrę Fizyki na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego. Po raz kolejny w swoim życiu, z grupą nowych współpracowników, od podstaw w krótkim czasie, stworzył silny ośrodek naukowy, w którym prowadzone są badania zjawisk nieliniowych, rozwijane są pomysły na nowe źródła laserowe, prowadzone są badania w dziedzinie holografii, autokolimacji i struktury fotonu.

Całkowity dorobek Profesora obejmuje blisko 200 pozycji w tym wiele popularnych książek i monografii.

Profesor Arkadiusz Piekara był członkiem rzeczywistym PAN, jak już wspomniano doktorem *honoris causa* Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, członkiem wielu towarzystw naukowych. Wielokrotnie był nagrodzony i wyróżniany odznaczeniami za działalność naukową i dydaktyczną. Polskie Towarzystwo Fizyczne przyznało mu Medal im. Mariana Smoluchowskiego.

Jak podkreślił prof. Zdzisław Błaszczak w czasie spotkania zamykającego uroczystość, sesja była niezwykle ważnym wydarzeniem dla uniwersyteckiej społeczności, a zwłaszcza dla poznańskiego środowiska fizyków. Kontynuuje ona tradycję Uniwersytetu do wspominania wybitnych osobowości, a uroczystość stworzyła niepowtarzalną możliwość przybliżenia, szczególnie młodej generacji naukowców, postaci wybitnego uczonego, humanisty, wizjonera i organizatora nauki. Profesor Piekara potrafił do końca realizować swoje idee, co nie jest często spotykane. Przypomniane zostały też inne formy działalności Profesora: osiągnięcia naukowe, eksperymenty dydaktyczne, oryginalne myśli i niezwykły dar popularyzacji nauki, czy też wojenna przeszłość. Prof. Z. Błaszczak powiedział: „Dzisiejsze spotkanie, jest też ważne z bardzo osobistych powodów. Oczywiście, przede wszystkim, dla rodziny Pana Profesora, ale również dla wielu z nas, obecnych tu na





Wystawa książek Profesora Arkadiusza Piekary

(foto M. Nowak)



Nadanie imienia Profesora Arkadiusza Piekary audytorium Wydziału Fizyki UAM w Poznaniu przez Dziekana Wydziału prof. Ryszarda Naskręckiego (po prawej) w obecności Pani Krystyny Piekary (Matłzonka Profesora) oraz Prorektora UAM prof. K. Krasowskiego (foto M. Nowak)

sali. Wiele osób zapewne w dzisiejszym dniu, wspominało lata swej młodości, myśląc o tym jak potoczyłoby się ich życie, gdyby na swej drodze nie spotkali Profesora Piekary. Nie wiadomo! Ale tak się właśnie stało, że mieliśmy szczęście spotkać Profesora i to zdeterminowało nasze życie – to naukowe i często również osobiste – to właśnie kontakt z nim spowodował, że przebiegało, lub przebiega, w taki a nie inny sposób.”

Przed obu sesjami Dziekan Wydziału prof. Ryszard Naskręcki, w obecności Władz Rektorskich UAM, odsłonił tablice pamiątkowe, a dwie z trzech głównych sal wykładowych Wydziału Fizyki UAM noszą teraz nazwy: „Audytorium im. Profesora Szczepana Szczeniowskiego” i „Audytorium im. Profesora Arkadiusza Piekary”.



- ▶ ARCHIWUM  
spisy treści wszystkich zeszytów
- ▶ ARTYKUŁY DO POBRANIA  
m.in. przekłady wykładów noblowskich (Wolfgang Ketterle, Raymond Davis Jr., Masatoshi Koshihara, Riccardo Giacconi, Aleksiej A. Abrikosow, Anthony J. Leggett, Witalij Ł. Ginzburg, Frank Wilczek, David J. Gross, David Politzer, Roy J. Glauber, Theodor W. Hänsch, John L. Hall, John C. Mather, George F. Smoot III, Albert Fert, Peter A. Grünberg) oraz wykłady z ostatnich Zjazdów Fizyków Polskich (Białystok 1999, Toruń 2001, Gdańsk 2003, Warszawa 2005, Szczecin 2007)
- ▶ MATERIAŁY DODATKOWE  
uzupełnienia niektórych artykułów
- ▶ NOWE KSIĄŻKI  
JAMES B. Hartle, *GRAWITACJA Wprowadzenie do ogólnej teorii względności Einsteina*, przełożył Piotr Amsterdamski, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 2010

Józef Szudy i Andrzej Bielski, *ALEKSANDER JABŁOŃSKI (1898-1980) FIZYK MUZYK ŻOŁNIERZ*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, Toruń 2010

Wiktor Niedzicki, *SZTUKA PREZENTACJI W NAUCE BIZNESIE POLITYCE*, Wydawnictwo poltext, Warszawa 2010

## WKRÓTCE W POSTĘPACH

- *Zygmunt M. Galasiewicz przedstawi fragment swoich wspomnień „Dwadzieścia lat wolności. Historia fizyka z Kresów”*
- *Lidia Smentek przedstawi wywiad z Romanem S. Ingardenem a także jego „ostatni” wykład*
- *Zbigniew Jacyna-Onyszkiewicz przedstawi kosmologię jako kres możliwości fizyki*
- *Janusz Kosicki przedstawi możliwości zestawu komputerowego PASCO w dydaktyce fizyki na poziomie szkoły ponadgimnazjalnej*

## PRENUMERATA

Postępy Fizyki można zaprenumerować w jeden z następujących sposobów.

- ▶ PRZEZ ODDZIAŁY PTF (tylko prenumerata krajowa dla członków PTF i studentów):  
Cena rocznej prenumeraty krajowej w 2010 r. wynosi 48 zł.  
Dostawa Postępów odbywa się za pośrednictwem Oddziałów.
- ▶ PRZEZ ZARZĄD GŁÓWNY PTF (tylko prenumerata krajowa):  
Wpłaty należy dokonać na konto Zarządu Głównego PTF: 19 1020 1097 0000 7802 0001 3128 (PKO BP IX O/Warszawa) lub w Biurze Zarządu Głównego PTF.  
Cena rocznej prenumeraty krajowej w 2010 r. wynosi 60 zł.  
Dostawa Postępów Fizyki następuje drogą pocztową pod wskazany adres.
- ▶ PRZEZ PRZEDSIĘBIORSTWA KOLPORTAŻU PRASY: RUCH (<http://www.prenumerata.ruch.com.pl>) KOLPORTER (<http://sa.kolporter.com.pl>) GARMOND PRESS (<http://www.garmond.com.pl>)  
Cena rocznej prenumeraty krajowej w 2010 r. wynosi 72 zł.

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

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

## INFORMACJE DLA AUTORÓW

Czekamy na artykuły przeglądowe i monograficzne pod warunkiem, żeby były przystępne dla ogółu fizyków. Układ pracy (tytuł, autor(zy), afiliacja(e), streszczenie po polsku, tytuł angielski, streszczenie po angielsku, tekst, odnośniki literaturowe, podpisy pod ilustracjami itd.) powinien odpowiadać formie przyjętej w *Postęпах Fizyki* (patrz artykuły w ostatnich zeszytach). Prace w edytorze WORD z ilustracjami w jpg o rozdzielczości co najmniej 300 dpi prosimy nadsyłać e-mailem równocześnie na dwa adresy: *Postępów Fizyki* [postepy@fuw.edu.pl](mailto:postepy@fuw.edu.pl) oraz Redaktora Naczelnego [jerzy.warczewski@us.edu.pl](mailto:jerzy.warczewski@us.edu.pl). Wszystkie prace są recenzowane. Patrz również strona internetowa *Postępów Fizyki*.

## REKLAMA W POSTĘPACH FIZYKI

Zapraszamy – szczególnie przedstawicieli producentów aparatury oraz sprzętu i oprogramowania komputerowego, wydawców podręczników i książek naukowych oraz popularyzatorów – do zamieszczania ogłoszeń reklamowych w *Postęпах Fizyki*. Nasze czasopismo dociera do większości polskich fizyków, z których wielu decyduje o bieżących zakupach uczelni, instytutów i szkół. Zainteresowanych prosimy o kontakt e-mailowy równocześnie na dwa adresy: *Postępów Fizyki* [postepy@fuw.edu.pl](mailto:postepy@fuw.edu.pl) oraz Redaktora Naczelnego [jerzy.warczewski@us.edu.pl](mailto:jerzy.warczewski@us.edu.pl)

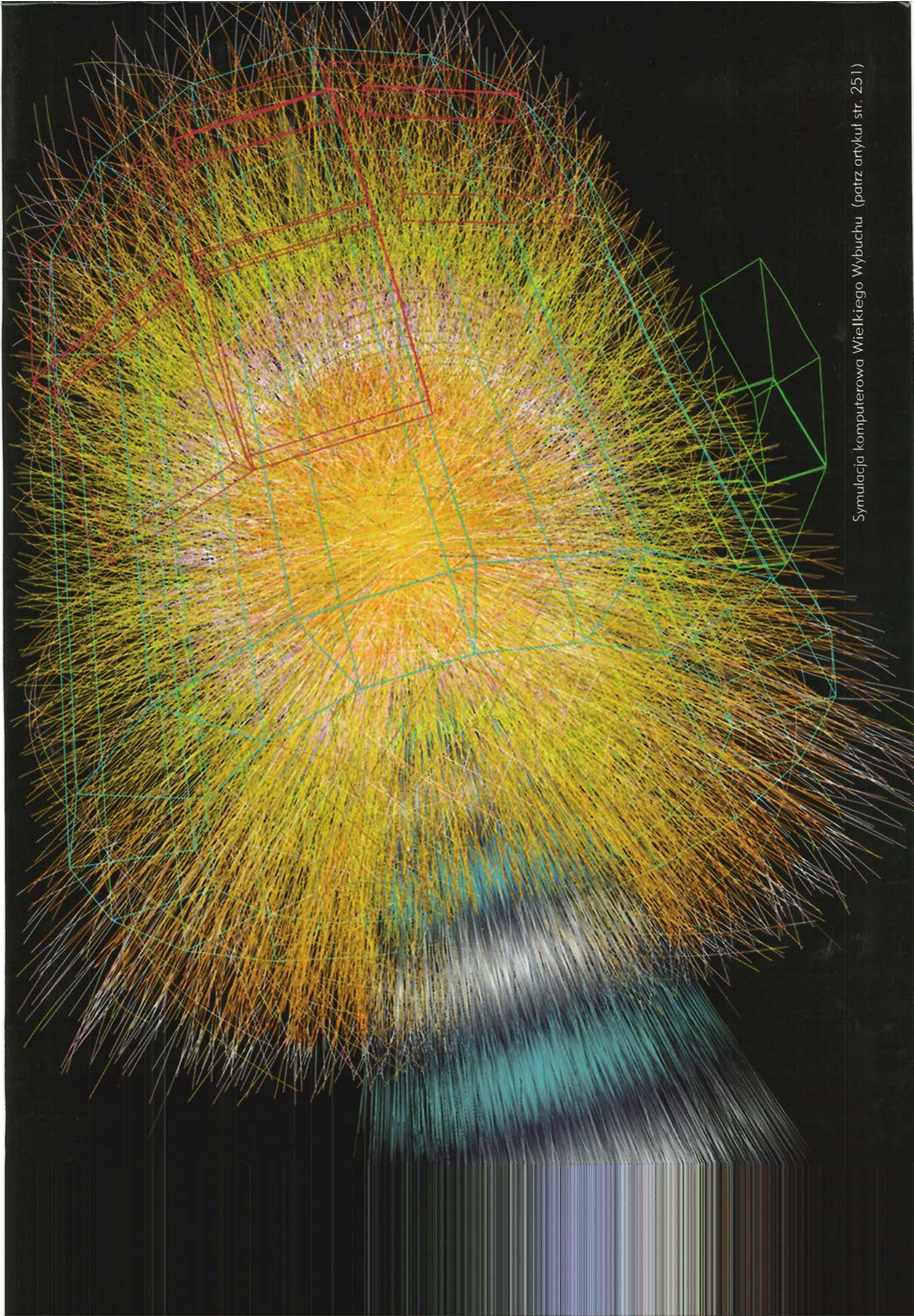
## POSTĘPY FIZYKI (ADVANCES IN PHYSICS)

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

## INFORMATION FOR SUBSCRIBERS

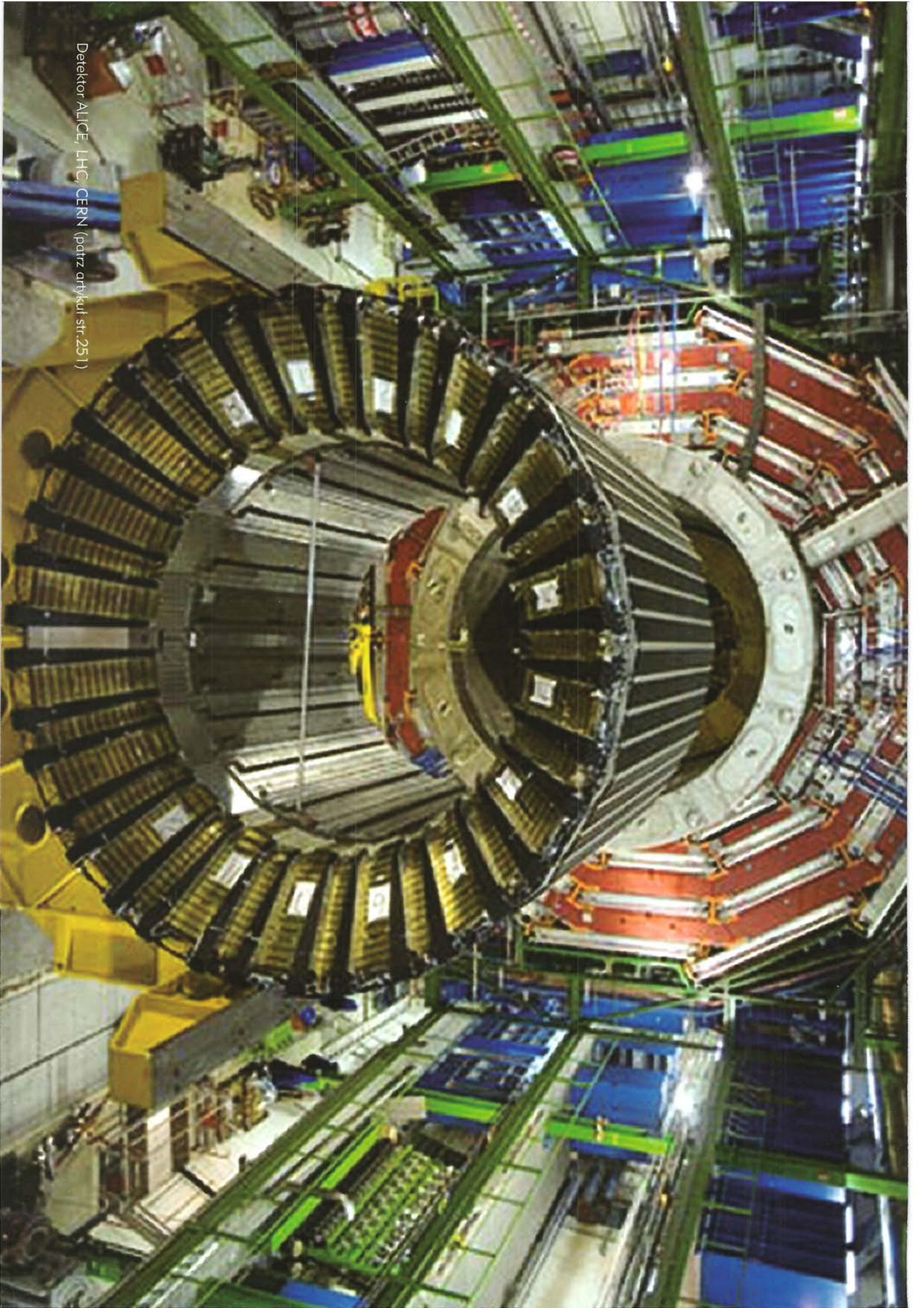
A subscription order can be sent through the local press distributor or directly to „RUCH” S.A. Oddział Krajowej Dystrybucji Prasy, ul. Jana Kazimierza 31/33, skrytka pocztowa 12, 00-958 Warszawa, Poland (for details see <http://www.ruch.pol.pl>).





Symulacja komputerowa Wielkiego Wybuchu (patrz artykuł str. 251)





Detektor ALICE, LHC, CERN (patrz artykuł str.251)