

tom 60

zeszyt 6

rok 2009

nr indeksu 369721

cena 12 zł (0% VAT)

POSTĘPY FIZYKI

Dwumiesięcznik Polskiego Towarzystwa Fizycznego

XL ZJAZD FIZYKÓW POLSKICH



40th General Meeting of Polish Physicists

Podsumowanie Zjazdu

Smoluchowski jako filozof

Komputer w szkole

ISSN 0032-5430



Migawki fotograficzne z pierwszego dnia XL Zjazdu Fizyków Polskich



Jerzy Janik, Jerzy Niewodniczański, Karol Musioł. . . (fot. Krzysztof Magda)



Zofia Gołąb-Meyer i Wojciech Gawlik (fot. Krzysztof Magda)



Zofia Gołąb-Meyer i Wojciech Dindorf (fot. Krzysztof Magda)



Reinhard Kulesa wręcza W. Dindorfowi Nagrodę PTF (fot. Krzysztof Magda)



Jacek Orzechowski i Dagmara Sokołowska odbierają nagrody PTF (fot. Krzysztof Magda)



Elżbieta Kawecka odbiera medal i Nagrodę im. Grzegorza Białkowskiego (fot. Krzysztof Magda)



Marzena Trybuła odbiera Nagrodę im. Krzysztofa Ernsta dla prof. Jana Stankowskiego (fot. Krzysztof Magda)



Śp. prof. Jan Stankowski (fot. Krzysztof Magda)



Bartłomiej Grześkiewicz otrzymuje nagrodę III stopnia im. Arkadiusza Piekary (fot. Krzysztof Magda)



Anna Dyrdał otrzymuje Nagrodę I stopnia im. Arkadiusza Piekary (fot. Krzysztof Magda)



Jerzy Jurkiewicz otrzymuje Nagrodę im. Wojciecha Rubinowicza (fot. Krzysztof Magda)



Wojciech Żurek odbiera Medal im. Mariana Smoluchowskiego (fot. Krzysztof Magda)

RADA REDAKCYJNA

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

REDAKTOR HONOROWY

Adam Sobiczewski

KOMITET REDAKCYJNY

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

Adres Redakcji:

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

KORESPONDENCI ODDZIAŁÓW PTF

Maciej Pięta (Białystok), Aleksandra Wronkowska (Bydgoszcz), Wojciech Gruhn (Częstochowa), Tomasz Jarostaw Wąsowicz (Gdańsk), Roman Bukowski (Gliwice), Beata Kozłowska (Katowice), Aldona Kubala-Kukuś (Kielce), Małgorzata Nowina Konopka (Kraków), Elżbieta Jarych (Lublin), Michał Szaneci (Łódź), Halina Pięta (Opole), Maria Połomska (Poznań), Małgorzata Pociask (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

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

Adres Zarządu:

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

PRZEWODNICZĄCY ODDZIAŁÓW PTF

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

REDAKTORZY NACZELNI INNYCH CZASOPISM WYDAWANYCH POD EGIDĄ PTF

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

Czasopismo ukazuje się od 1949 r.

Wydawca: Polskie Towarzystwo Fizyczne

Dofinansowanie: Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

Patronat: Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

Skład komputerowy w redakcji

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

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

ISSN 0032-5430

SPIS TREŚCI

W. Gawlik, S. Wróbel – Podsumowanie XL Jubileusowego Zjazdu Fizyków Polskich	222
M. Baster-Grząślewicz – Spójrzmy prawdzie w oczy, czyli zjazdowe refleksje o nauczaniu fizyki	228
Z. Gołąb-Meyer – Quo vadis polska fizyka – fizyk polski w przyszłości	233
P. Polak – Marian Smoluchowski jako filozof w świetle pewnego rękopisu	236
Rozważania o początku/Reflections on the Beginning – wiersz Ryszarda Horodeckiego	239
G. Karwasz – „Komputer w szkolnym laboratorium fizycznym” – Ogólnokrajowe Seminarium PTF/UMK	240
H. Szydłowski – Pomiary wspomagane komputerowo	242
M. Gervasio, M. Michelini, R. Viola – Rozszerzenie zmysłów poprzez komputer – pomiary termiczne, optyczne i elektryczne	249
P. Targowski, M. Sylwestrzak, T. Bajraszewski – Środowisko LabView – własności i przykłady zastosowań	255
A. Karbowski – Doświadczenia z magnetyzmu – projekt „Teaching Physics in Secondary School”	257
A. Kamińska – Multimedia w nauczaniu fizyki – warsztaty toruńskie	259
M. Sadowska – Badanie trzeciej zasady dynamiki Newtona z wykorzystaniem zestawu komputerowego – scenariusz lekcji	262
NOWI PROFESOROWIE	265
ZE ZJAZDÓW I KONFERENCJI	266
KRONIKA	266

Drodzy Czytelnicy!

Z okazji Świąt Bożego Narodzenia 2009 i Nowego Roku 2010 składam w imieniu Komitetu Redakcyjnego oraz w imieniu własnym wszystkim Czytelnikom i ich Rodzinom najserdeczniejsze życzenia Wszystkiego Najlepszego! Z wielką satysfakcją czynię to w sześćdziesiątym roku istnienia Postępow Fyzyki.

Jerzy Warczewski

Na okładce:

Motyw graficzny z okładki zjazdowej książki streszczeń – projekt i zdjęcie Krzysztof Magda, reprodukcja dzięki uprzejmości Autora.

Podsumowanie XL Jubileuszowego Zjazdu Fizyków Polskich

Wojciech Gawlik, Stanisław Wróbel

Institut Fizyki, Uniwersytet Jagielloński

Streszczenie: XL ZFP odbywał się w Auditorium Maximum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie w dniach od 6 do 11 września 2009. Głównymi tematami Zjazdu były: 1. Nauczanie fizyki w gimnazjum i liceum w Polsce, 2. Aktualny stan badań w różnych dziedzinach fizyki, 3. Perspektywy badawcze w Polsce na najbliższe lata. Na zakończenie Zjazdu odbył się panel dyskusyjny „Quo vadis polska fizyko?”. W Zjeździe uczestniczyło około 500 pracowników naukowych – w tym 19 gości zagranicznych oraz wielu studentów, nauczycieli i uczniów szkół średnich. Następnym ZFP postanowiono zorganizować za dwa lata w Lublinie.

Summary of the 40th Jubilee Congress of Polish Physicists

Abstract: The 40th Congress of Polish Physicists took place at the Auditorium Maximum of the Jagiellonian University in Kraków from the 6th to 11th of September 2009. There were three main topics of the Meeting: 1. Physics teaching in secondary schools in Poland, 2. Current state of research in different fields of physics, 3. Research perspectives of Polish physicists for the years to come. At the end of the Meeting there was a panel discussion entitled „Quo vadis Polish physics?”. The Meeting was attended by about 500 scientists – among them 19 foreigners, many students, teachers and secondary school pupils. The next Meeting will be organized in Lublin in 2011.

XL Jubileuszowy Zjazd Fizyków Polskich odbył się w Krakowie w dniach od 6 do 11 września 2009. Zjazd organizowany był przez Oddział Krakowski Polskiego Towarzystwa Fizycznego przy współudziale Uniwersytetu Jagiellońskiego, Akademii Górniczo-Hutniczej, Instytutu Fizyki Jądrowej PAN, Politechniki Krakowskiej oraz Uniwersytetu Pedagogicznego. Komitet Organizacyjny działał w składzie: Maria Baster-Grząślewicz (Uniwersytet Pedagogiczny, Kraków), Danuta Biczewska (Gimnazjum nr 30, Kraków), Bogdan Bogacz (UJ), Krzysztof Dzierżęga (UJ) – skarbnik, Wojciech Gawlik (UJ) – wiceprzewodniczący ds. programu, Marek Gołąb (UJ), Zofia Gołąb-Meyer (UJ), Maciej Kluza (UJ), Krzysztof Malarz (AGH), Małgorzata Nowina Konopka (IFJ PAN) – sekretarz, Ewa Salach (Oddział Krakowski PTF), Stanisław Wróbel (UJ) – przewodniczący, Ryszard Zach (Politechnika Krakowska) – wiceprzewodniczący.

Zjazd odbywał się w trudnym dla polskiej fizyki okresie, spowodowanym m.in. drastycznym zmniejszeniem zainteresowania młodzieży studiami fizyki. Jedną z przyczyn tego stanu było stopniowe zmniejszanie liczby godzin z fizyki w programach gimnazjum i liceum przez szereg ostatnich lat. Z drugiej strony w ostatnich latach pojawiło się jednak wiele optymistycznych zmian: duże programy badawcze, które znacznie poprawiły krajową bazę aparaturową, lepszy dostęp polskich fizyków do najwięk-

szych projektów badawczych, takich jak: LHC, TEVATRON, BOREXINO, HASYLAB at DESY, duże inwestycje realizowane w kraju, między innymi: Centrum Terapii Hadronowej, Centrum Promieniowania Synchrotronowego, czy też postęp w przygotowaniach do budowy synchrotronu w Krakowie. Można mieć nadzieję, że te istotne zmiany pozwolą na stworzenie wielu miejsc pracy dla fizyków, a na pewno poprawią ich warunki pracy, co powinno zachęcać młodych ludzi do podejmowania studiów fizyki i dziedzin jej pokrewnych.

Naszym zadaniem było zorganizowanie Zjazdu, który w programie ujmuje wszystkie najważniejsze sprawy polskiej fizyki. Dla określenia konkretnych zagadnień, jakie powinny być omawiane na Zjeździe, Zarząd Główny PTF powołał Naukowy Komitet Doradczy, który obejmował przedstawicieli wszystkich Oddziałów i większości dyscyplin fizyki uprawianych w Polsce. Członkami Komitetu Doradczego zostali: Danuta Bauman (PP), Bogusław Broda (UŁ), Jerzy Ciosłowski (USz), Gerard Czajkowski (UTP w Bydgoszczy), Jerzy Czerwonko (PWr), Ludwik Dobrzyński (UwB), Stanisław Dubiel (AGH), Henryk Figiel (AGH), Krzysztof Fiałkowski (UJ), Bogdan Fornal (IFJ), Wojciech Gawlik (UJ), Zofia Gołąb-Meyer (UJ), Marian Grynberg (UW), Stanisław Hałas (UMCS), Włodzimierz Jaskólski (UMK), Adam Kiejna (UWr), Maciej Kolwas (IFPAN), Jacek Kossut (IFPAN), Franciszek

Krok (PW), Krzysztof Kurzydłowski (PW), Jerzy Lukierski (UWr), Jerzy Łuczka (UŚ), Roman Micnas (UAM), Paweł Olko (IFJ), Kazimierz Rzążewski (CFT), Ewa Salach (U. Pedag. w Krakowie), Tadeusz Stacewicz (UW), Jan Stankowski (IFMol), Józef Szudy (UMK), Henryk Szymczak (IFPAN), Marek Szymoński (UJ), Jacek Turnau (IFJ), Jerzy Warczewski (UŚ), Stanisław Wróbel (UJ), Andrzej Kajetan Wróblewski (UW), Karol Wysokiński (UMCS), Józef Zbroszczyk (PCz), Andrzej Zięba (AGH), Marek Żukowski (UG) oraz Jan Żylicz (UW). Naukowy Komitet Doradczy pod przewodnictwem W. Gawlika wyłonił dziedziny fizyki, jakie powinny być reprezentowane na Zjeździe. Dla podsumowania Zjazdu, określenia głównych problemów stojących przed środowiskiem fizyków polskich i ew. sposobów ich załagodzenia, zorganizowano panel dyskusyjny „Quo vadis polska fizyka?”.

Sugestie Komitetu Doradczego zostały przekazane do Komitetu Programowego Zjazdu, który działał pod przewodnictwem prof. Roberta R. Gałązki (IF PAN) w składzie: Marek Demiański (UW), Wojciech Gawlik (UJ), Ryszard Horodecki (UG), Marek Kuś (CFT PAN), Roman Micnas (UAM), Stefan Pokorski (UW), Maria Różańska (IFJ PAN), Józef Sznajd (INTiBS PAN), Józef Szudy (UMK), Andrzej Twardowski (UW), Karol Wysokiński (UMCS). Owocem pracy tego Komitetu stał się ostateczny program sesji plenarnych Zjazdu, które miały objąć dziesięć godzinnych wykładów. Wśród wykładowców, oprócz czołwki polskich fizyków znalazł się też laureat Nagrody Nobla – Dr. Georg Bednorz. Oprócz sesji plenarnych Komitet Programowy postanowił utworzyć dziewięć autonomicznych sesji specjalistycznych, których organizację i animowanie powierzono uznanym specjalistom:

1. Fizyka ciała stałego (animatory: Henryk Szymczak, Andrzej Szytuła, Karol I. Wysokiński, Michał Baj);
2. Fizyka miękkiej materii (animatory: Andrzej Budkowski, Jan Jadżyn, Jerzy Zioło);
3. Optyka, zimne atomy, fizyka atomowa i molekularna (animatory: Konrad Banaszek, Wojciech Gawlik, Tadeusz Stacewicz);
4. Fizyka jądrowa, struktura hadronów, zderzenia ciężkich jonów (animatory: Michał Przaszłowicz, Jan Styczeń, Barbara Wosiek);
5. Fizyka medyczna (animatory: Katarzyna Cieślak-Blinowska, Paweł Olko);
6. Fizyka oddziaływań elementarnych, astrofizyka, historia wczesnego wszechświata (animatory: Kazimierz Grotowski, Grzegorz Wrochna, Zygmunt Lalak);
7. Fizyka plazmy (animatory: Zbigniew Kłos, Marek Rabiński, Jerzy Wołowski);
8. Sesja nauczycielsko-dydaktyczna (animatory: Maria Baster-Grząślewicz, Zofia Gołąb-Meyer, Wojciech Kwiatek);
9. Sesja energetyczna (animator: Jerzy Niewodniczański).

Przygotowania do Zjazdu rozpoczęto natychmiast po poprzednim Zjeździe w Szczecinie w 2007 r. Dwa lata przygotowań było okresem zmagani Komitetu Organizacyjnego z licznymi trudnościami. Większość z nich wy-

nikała z kryzysu ekonomicznego, który ogromnie przeczłoniło grono naszych potencjalnych sponsorów. Zależało nam jednak, aby mimo wszelkich trudności XL Zjazd Fizyków Polskich nie tylko został odpowiednio przygotowany pod względem merytorycznym i organizacyjnym, ale też żeby przybywający do Krakowa z całej Polski goście mieli możliwość dyskusji naukowej i wymiany doświadczeń w odpowiedniej atmosferze. Stąd w planie Zjazdu oprócz wykładów plenarnych, sesji specjalistycznych, prezentacji plakatowych przewidziano również takie imprezy jak koncert Grzegorza Turnau i Andrzeja Sikorowskiego, bankiet, wycieczkę do Kopalni Soli w Wieliczce. Chcieliśmy także, żeby koszty uczestnictwa były na tyle niskie, aby umożliwiły pełny udział w Zjeździe nauczycielom, studentom i emerytom. Mimo wielu trudności zarówno organizatorów, jak i sponsorów udało się zorganizować Zjazd w standardzie konferencji międzynarodowej. Zjazd licznie uświetnili swoją obecnością seniorzy krakowskiej fizyki: profesorowie Jerzy S. Blicharski, Andrzej Białas, Andrzej Budzanowski, Kazimierz Grotowski, Jacek Hennenel, Andrzej Hryniewicz, Jerzy A. Janik, Andrzej Kisiel, Andrzej Oleś, Andrzej Staruszkiewicz, Adam Strzałkowski i Kacper Zalewski.

Wśród 400 zarejestrowanych uczestników Zjazdu było 19 gości zagranicznych. 16 z nich reprezentowało krajowe towarzystwa fizyczne (białoruskie, brytyjskie, chińskie, czeskie, europejskie, francuskie, litewskie, niemieckie, rosyjskie, słowackie, tajwańskie i włoskie) na zaproszenie Zarządu Głównego PTF. Szczególnie liczna była delegacja Chińskiego Towarzystwa Fizycznego z jego przewodniczącym prof. Chuang Zhang na czele, który wygłosił wykład „Mega-Science Projects in China and their Purpose in Physics” na sesji Fizyka jądrowa, struktura hadronów, zderzenia ciężkich jonów.

Końcowe przygotowania do Zjazdu były niezwykle nerwowe. Do ostatniej chwili nie było pewne, czy wzięmie w nim udział dostateczna liczba uczestników, aby całe przedsięwzięcie nie stało się katastrofą finansową. Mimo, że mieliśmy od dawna zarezerwowane całe Auditorium Maximum, tuż przed Zjazdem okazało się, że ze względu na odbywający się równolegle w Krakowie Kongres Ekumeniczny Ludzie, Religie i Dzieje, musieliśmy nasz niedzielny program przenieść do Instytutu Fizyki UJ i Centrum Dydaktycznego Akademii Górniczo-Hutniczej. Wydaje się, że miało to też pozytywne aspekty – w ten sposób uczestnicy Zjazdu znaleźli się bliżej fizyki uniwersyteckiej, a także poznali nową piękną aulę AGH, jednego z głównych organizatorów Zjazdu. „Konkurencja” ze strony innej, znacznie większej imprezy niekorzystnie wpłynęła jednak na obecność naszego Zjazdu w mediach, choć wiadomości o nim pojawiły się w większości głównych serwisów.

XL ZFP rozpoczął się 6 września o godz. 18.30 przyjęciem powitalnym w Instytucie Fizyki UJ. W imieniu organizatorów goście Zjazdu zostali przywitani przez piszącego te słowa (S.W.), a Dyrektor IF UJ – prof. dr hab. Andrzej Warczak, Dziekan Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ i aktualny Wiceminister Na-

uki i Szkolnictwa Wyższego – prof. dr hab. Jerzy Szwed oraz Prezes PTF – prof. Reinhard Kulesa złożyli uczestnikom życzenia owocnych obrad. Po przyjęciu uczestnicy mieli okazję wysłuchania niezwykłego koncertu Grzegorza Turnaua i Andrzeja Sikorowskiego w nowej auli AGH.

Na dwa dni przed rozpoczęciem Zjazdu, 4 września, nadeszła do nas smutna wiadomość z Poznania o śmierci śp. Profesora Jana W. Stankowskiego, wielce zasłużonego dla polskiej fizyki, członka Komitetu Doradczego naszego Zjazdu. Prof. Stankowski planował przyjazd na ten Zjazd w związku z przyznaniem mu przez PTF Nagrody im. Krzysztofa Ernsta za popularyzację fizyki poprzez organizowanie od 25 lat znanych w całym kraju Warsztatów Naukowych „Lato z Helem”. W imieniu rodziny prof. Stankowskiego nagrodę odebrała Jego córka mgr Małgorzata Trybuła, a stosowny referat wygłosił doc. dr hab. Zbigniew Trybuła. Państwo Trybułowie są współorganizatorami „Lata z Helem”, i mamy ogromną nadzieję, że będą kontynuować tę, jakże piękną tradycję.

Oficjalne otwarcie Zjazdu nastąpiło w poniedziałek 7 września w Auditorium Maximum, a dokonał tego JM Rektor Uniwersytetu Jagiellońskiego prof. Karol Musioł, członek PTF.



JM Rektor UJ, prof. Karol Musioł, otwiera XL ZFP (fot. Krzysztof Magda)

Po otwarciu Zjazdu prof. R. Kulesa wręczył statutowe nagrody PTF przyznane za rok 2009. Nagrody i wyróżnienia otrzymali:

- ▶ Medal im. Mariana Smoluchowskiego – **dr Wojciech Żurek** z Los Alamos National Laboratory za badania związków pomiędzy fizyką klasyczną i kwantową;
- ▶ Nagrodę im. Wojciecha Rubinowicza – **prof. Jerzy Jurkiewicz** z Instytutu Fizyki UJ za udział w sformułowaniu kazułnej teorii grawitacji w czterech wymiarach;
- ▶ Nagrodę I stopnia im. Arkadiusza Piekary za wyróżniającą się pracę magisterską – **mgr Anna Dyrdał** za pracę „Topologiczny anomalny efekt Halla” wykonaną pod kierunkiem prof. Józefa Barnasia na Wydziale Fizyki UAM w Poznaniu;
- ▶ Nagrodę II stopnia za wyróżniającą się pracę magisterską – **mgr Wojciech Brzezicki** za pracę „Kwantowe

przejścia fazowe w łańcuchach spinowych” wykonaną pod kierunkiem prof. Andrzeja M. Olesia w Instytucie Fizyki UJ;

- ▶ Nagrodę III stopnia za wyróżniającą się pracę magisterską – **mgr inż. Bartłomiej Grześkiewicz** za pracę „Model materiału o ujemnym współczynniku załamania dla fal elektromagnetycznych z zakresu mikrofalowego” wykonaną pod kierunkiem dr hab. Eryka Wolarza na Wydziale Fizyki Politechniki Poznańskiej;
- ▶ Medal i nagrodę im. Krzysztofa Ernsta za popularyzację fizyki – **prof. Jan Stankowski** (IFM PAN) za wszechstronną i pełną pasji działalność popularyzatorską, w szczególności za organizację warsztatów naukowych „Lato z helem”;
- ▶ Medal i nagrodę I stopnia im. Grzegorza Białkowskiego dla wyróżniających się nauczycieli – **mgr Elżbieta Kawecka**, nauczycielka z XXXV Liceum Ogólnokształcącego im. Bolesława Prusa w Warszawie, za wkład w rozwój nowych metod nauczania fizyki, a w szczególności wspomaganych technologią informacyjną, oraz pracę z nauczycielami i młodzieżą, mającą na celu zwiększenie efektywności nauczania–uczenia się;
- ▶ Nagrodę II stopnia dla wyróżniających się nauczycieli – *ex aequo* **mgr Jacek Orzechowski**, nauczyciel z II Liceum Ogólnokształcącego im. Stanisława Staszica w Starachowicach, za pracę z uzdolnioną młodzieżą i wybitne osiągnięcia uczniów na arenie krajowej i międzynarodowej, oraz **dr Dagmara Sokołowska**, nauczycielka z V Liceum Ogólnokształcącego im. Augusta Witkowskiego w Krakowie, za wkład w kształcenie przyszłych naukowców poprzez stosowanie nowych inicjatyw w nauczaniu;
- ▶ Nagrodę III stopnia dla wyróżniających się nauczycieli – *ex aequo* **mgr Maria Puchta**, nauczycielka z Zespołu Szkół nr 5 z Oddziałami Integracyjnymi im. Stefana Kisielewskiego w Warszawie, za aktywną, twórczą pracę na rzecz poprawy jakości nauczania fizyki w gimnazjum i liceum, oraz **mgr Paweł Zięba**, nauczyciel z III Liceum Ogólnokształcącego we Wrocławiu, za wdrażanie indywidualnego programu nauczania fizyki i sukcesy w pracy z uzdolnionymi uczniami;
- ▶ Dyplom specjalny – **prof. Andrzej Bielski** z Instytutu Fizyki UMK za długoletnią działalność na rzecz Polskiego Towarzystwa Fizycznego;
- ▶ Dyplom specjalny – **dr Wojciech Dindorf** za znaczny i niekonwencjonalny wkład w kształcenie nauczycieli w Polsce.

Po ceremonii wręczenia nagród rozpoczęto naukową część Zjazdu. Zainaugurował ją krótkim referatem dotyczącym fizyki kwantowej dr Avadh Saxena – kierownik oddziału Los Alamos National Laboratory, w którym pracuje tegoroczny laureat Medalu Smoluchowskiego – dr Wojciech Żurek. Dr Saxena zdecydował się na udział w Zjeździe, aby okazać satysfakcję z jaką w Laboratorium Los Alamos przyjęto nagrodzenie ich pracownika najwyższym wyróżnieniem PTF. Po krótkim, lecz bardzo interesującym wystąpieniu dr. Saxeny, pierwszy referat plenarny



Prezes PTF, prof. Reinhard Kulesa, wręcza Medal im. Mariana Smoluchowskiego dr. Wojciechowi Żurkowi z Los Alamos (fot. Krzysztof Magda)



Wykłada prof. Józef Barnaś (fot. Krzysztof Magda)

na temat grawitacji kwantowej wygłosił Jerzy Jurkiewicz (UJ) – laureat Nagrody Naukowej PTF im. Wojciecha Rubinowicza. Kolejny referat plenarny był poświęcony terapii hadronowej i wygłosił go Paweł Olko (IFJ PAN). Następnie laureat Nagrody Polsko-Niemieckiej im. Smoluchowskiego-Warburga – Andrzej Sobolewski (IFJ PAN) mówił o fotofizyce wiązań wodorowych. Pierwszy dzień obrad Zjazdu został zakończony wykładem publicznym wieloletniego Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki – prof. Jerzego Niewodniczańskiego poświęconym energetyce jądrowej.

W drugim dniu Zjazdu, 8 września 2009 r., w Kościele Mariackim w Krakowie o godz. 7.00 odbyła się Msza Św., w czasie której modlono się za dusze śp. prof. Jana W. Stankowskiego oraz Kolegów fizyków, którzy odeszli od nas w ostatnim roku: dr. Marka Kowalskiego, prof. Jerzego Gronkowskiego, prof. Jerzego M. Masalskiego, prof. Jana Nassalskiego, dr. Waława Witko, dr. Romana Kmiecica oraz dr. Małgorzaty Lach. W tym dniu referaty plenarne wygłosili: Jakub Tworzydło (UW) – „Układy niskowymiarowe”, Marek Szymoński (UJ) – „Nanotechnologia na powierzchniach materiałów z dużą przerwą energetyczną”, laureat Medalu Smoluchowskiego 2008 – Józef Barnaś (UAM) – „Gigantyczny magnetoopór” oraz Krzysztof Meissner (UW) – „Granice poznania w fizyce”.

Trzeci dzień Zjazdu rozpoczął się wykładem plenarnym noblisty Georga Bednorza (IBM Research GmbH, Zurich) „High T_c Superconductivity – a Discovery and its Impact”. Następnie wystąpili: Krzysztof Rogacki (INTiBS) „Nadprzewodnictwo w temperaturze pokojowej?”, oraz laureat Medalu Smoluchowskiego Wojciech H. Żurek (Los Alamos National Laboratory) z wykładem „Między światem klasycznym a kwantowym” i Paweł Horodecki (PG) „Informatyka kwantowa”.

Czwartkowa sesja plenarna objęła wykłady Andrzeja Gałkowskiego (IFPiLM) „Projekt reaktora termojądrowego ITER w Cadarache” i Henryka Wilczyńskiego (IFJ PAN) „Promieniowanie kosmiczne”. Po tej skróconej sesji, odbyła się wycieczka do kopalni soli w Wieliczce a później



Dyskusja po referacie prof. Krzysztofa Meissnera (fot. Krzysztof Magda)



Grupa Quark wręcza kwiaty Nobliście, Dr. J. Georgowi Bednorzowi (fot. Krzysztof Magda)

bankiet w „Folwarku Zalesie”, gdzie oprócz dobrej kuchni można było poznać elementy krakowskiego folkloru.

Ostatni dzień Zjazdu przyniósł wykłady plenarne Jakuba Zakrzewskiego (UJ) „Ultradługa materia” i Jana Królikowskiego (UW) „LHC – okno na fizykę poza Modelem Standardowym”. Po tych wykładach rozpoczęła się sesja panelowa „Quo vadis polska fizyko?” którą prowadził prof. Andrzej Białas (UJ i PAU). Dyskusja została skoncentrowana wokół czterech głównych zagadnień, do



Wykłada Laureat Medalu im. Mariana Smoluchowskiego Wojciech Żurek (fot. Krzysztof Magda)



Państwo Gałązkowie i dr hab. Tomasz Matulewicz na bankiecie (fot. Krzysztof Magda)



Rozmowa Georga Bednorza i Reinharda Kulesy (fot. Krzysztof Magda)



Georg Bednorz i Zofia Gołąb-Mayer (fot. Krzysztof Magda)



Małgorzata Nowina Konopka i Georg Bednorz (fot. Krzysztof Magda)



Uczestnicy panelu dyskusyjnego (fot. Krzysztof Magda)

których krótkimi wypowiedziami wprowadzali członkowie panelu:

1) Edukacja i kształcenie – dr Zofia Gołąb-Meyer (UJ) i prof. Stefan Jurga (UAM) – wiceminister MNiSW w latach 2006–07;

2) Organizacja i finansowanie badań – prof. Marek Jeżabek (IFJ PAN) i wiceminister MNiSW w latach 2006–07 – prof. Krzysztof Kurzydłowski (PW) oraz aktualny wiceminister MNiSW – prof. Jerzy Szwed;

3) Współpraca krajowa i zagraniczna, struktury i reprezentacja środowiska – prezes EPS prof. Maciej Kolwas (IF PAN) i prezes PTF prof. Reinhard Kulesa (UJ);

4) Stan polskiej fizyki – prof. Andrzej Kajetan Wróblewski (UW).

Równolegle do obrad głównej części Zjazdu realizowany był specjalny program szkoleniowy dla nauczycieli (sesja w niedzielę 6 września i dwie sesje popołudniowe).



Prof. A.K. Wróblewski przedstawia dane o finansowaniu nauki
(fot. Krzysztof Magda)

W ramach tego programu przygotowanego przez animatorów sesji dydaktyczno-nauczycielskiej rozstrzygnięto dwa konkursy dotyczące nauczania fizyki w szkole, odbyły się sesje plakatowe, pokazy doświadczeń, omówiono multimedialne nowoczesne formy nauczania, e-learning, wygłoszono wykłady popularnonaukowe. Oprócz ok. 500 uczestników części naukowej, w tej części Zjazdu wzięło udział aż ok. 600 (zarejestrowanych jako uczestnicy Zjazdu!) uczniów gimnazjum i liceum. Wysłuchali oni cyklu wykładów popularnonaukowych, które wygłosili: Wojciech Gawlik (UJ): „Światło – fale – kwanty”, Jerzy Zachorowski (UJ): „Dokładny pomiar czasu – zegary atomowe”, Bogdan Idzikowski (IFM PAN) – „Łamanie prawa grawitacji”, Piotr Zieliński (IFJ PAN) – „Symetria w muzyce”, Krzysztof Satoła i Patryk Wolny (ZamKor) – „E-learningowy kurs fizyki w zakresie rozszerzonym w praktyce”, Władysław Błasiak (UP w Krakowie) – „Rola fizyki w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych”, Barbara Sagnowska i Patryk Wolny (ZamKor) – „E-learningowy kurs fizyki w zakresie rozszerzonym”, Zenona Stojęcka (I LO Wieluń) – „Synteza termojądrowa”, Dominika Domaciuk (III LO Lublin) – „Elektrony – cząstki czy fale”, Tomasz Greczyło (UWr) – „Zestaw zaawansowanych doświadczeń fizycznych wspomagających nauczanie o zjawisku nadprzewodnictwa”, Antoni Pędziwiatr (UJ) – „O projekcie FENIKS”, Paweł Węgrzyn (UJ) – „Prezentacja symulacji fizyki w czasie rzeczywistym na przykładzie gier komputerowych, a także o Europejskiej Akademii Gier – wspólnej inicjatywie krakowskich uczelni”, Wojciech Nawrocik (UAM) – „O »Fizyce na Scenie«”, Ludwik Dobrzyński (UwB i IPJ) – „Fizyka jądrowa w służbie medycyny”, Andrzej Staruszkiewicz (UJ) – „Czego unikać przy popularyzacji nauki”, Henryk Drozdowski (UAM) – „Popularyzacja kosmologii wśród studentów i uczniów”, Jerzy Kreiner (UP Kraków) – „Czy astronomia może wspomagać nauczanie fizyki?”, Andrzej Gałkowski i Helena Howaniec (IFPiLM) – „Projekt dla nauczycieli »Fuzja w szkole i społeczeństwie«”. W ramach sesji dydaktycznej odbyła się też dyskusja panelowa „Problemy nauczania fizyki współczesnej”, w której jako animatorzy wzięli udział: Andrzej Majhofer (UW), Krzysztof Fiałkowski (UJ), Marek Zrałek

(UŚ), Zygmunt Mazur (UWr), Mirosław Trociuk (II LO, Włodawa). W sumie na XL ZFP wygłoszono 149 referatów i przedstawiono ponad 70 plakatów

Pełna informacja o Zjeździe znajduje się na naszej stronie: www.ptf.agh.edu.pl/XL-zjazd/, którą opiekował się dr Krzysztof Malarz. Tam też można obejrzeć galerię zdjęć ze Zjazdu.

W czasie XL Zjazdu Fizyków Polskich swoje oferty zaprezentowały następujące firmy:

1. ZamKor P. Sagnowski i Wspólnicy Sp. J.
2. PRECOPTIC Co. – Nikon
3. ABE Marketing
4. Gambit Centrum Oprogramowania i Szkoleń Sp. z o.o.
5. Eduka (Phywe Systeme GmbH) – Eduka FRSK Sp. z o.o.
6. Wydawnictwo Naukowe PWN
7. Instytut Fotonowy Sp. z o.o.
8. International Publishing Service Sp. z o.o.
9. LABSOFT K. Herman.

Zgodnie z wieloma opiniami, XL Zjazd Fizyków Polskich był nie tylko okazją do miłych spotkań towarzyskich, ale przede wszystkim możliwością przedstawienia poważnego programu naukowego obejmującego najbardziej aktualne zagadnienia fizyki oraz wyartykułowania najważniejszych problemów środowiska. Najważniejszymi dla fizyki w Polsce wątkami Zjazdu były:

- I. Nauczanie fizyki w gimnazjum i liceum
- II. Aktualny stan badań w różnych dziedzinach fizyki
- III. Perspektywy badawcze w Polsce na najbliższe lata
- IV. Panel dyskusyjny zatytułowany „Quo vadis polska fizyka?”

Po Zjeździe dotarło do nas bardzo wiele pochlebnych opinii o programie i organizacji Zjazdu, za które dziękujemy. Dziękujemy też serdecznie wszystkim uczestnikom Zjazdu za stworzenie znakomitej atmosfery, w której – oprócz wielu spotkań towarzyskich – odbyło się wiele bardzo ciekawych dyskusji naukowych, referatów popularnonaukowych dla młodzieży, szereg imprez kulturalnych oraz bankiet w Folwarku Zalesie. Dzięki znakomitej działalności Komitetów Doradczego i Programowego wszystkie referaty plenarne były na bardzo wysokim poziomie. Bardzo dziękujemy wszystkim, którzy przyczynili się do tego sukcesu i zechcieli wziąć udział w XL Jubileuszowym Zjeździe. W tym miejscu należy podkreślić, że Biuro Organizacji Imprez UJ i obsługa techniczna Auditorium Maximum, a w szczególności mgr inż. Maciej Pilch, Joanna Hoszko, Anna Tylek i Marek Uliński oraz ich współpracownicy, przyczynili się w znacznym stopniu do wysokiego poziomu organizacyjnego Zjazdu. Dziękujemy również bardzo serdecznie studentom, którzy jako wolontariusze pomagali w obsłudze Zjazdu. Jeden z uczestników napisał do nas w mailu: „... Dziękuję za miły pobyt i gratuluję perfekcyjnej organizacji...” Organizatorzy ze swej strony dziękują za ciepłe słowa wyrażone przez wielu uczestników i życzą sukcesu następnym organizatorom.

Wreszcie dziękujemy też niezwykle serdecznie wszystkim uczestnikom za udział w XL Jubileuszowym



Symboliczne kwiaty dla Pań z Komitetu Organizacyjnego (fot. Krzysztof Magda)

Zjeździe i za stworzenie znakomitej atmosfery, w której odbyło się wiele bardzo ciekawych dyskusji naukowych, referatów popularnonaukowych dla młodzieży, szereg imprez kulturalnych oraz bankiet w Folwarku Zalesie i wiele spotkań towarzyskich.

Na zakończenie tego Jubileuszowego Zjazdu poznaliśmy organizatora następnego XLI ZFP, który odbędzie się

za dwa lata w Lublinie. Prof. Jerzy Żuk, aktualny przewodniczący Oddziału Lubelskiego PTF, zaprosił na następną



Prezes PTF, prof. Reinhard Kulesa, zamyka XL ZFP i przekazuje organizację następnego Zjazdu prof. Jerzemu Żukowi (fot. Krzysztof Magda)

Zjazd do Lublina. Do zobaczenia wobec tego w 2011 roku w Lublinie!

Spójrzmy prawdzie w oczy czyli zjazdowe refleksje o nauczaniu fizyki

Maria Baster-Grząślewicz

Instytut Fizyki, Uniwersytet Pedagogiczny, Kraków

Streszczenie: Artykuł dotyczy niektórych problemów dydaktyki fizyki, omawianych i dyskutowanych podczas XL Zjazdu Fizyków Polskich w Krakowie. Autor koncentruje się głównie na reformie edukacji i nauczaniu fizyki współczesnej.

Let us face the truth or congress reflections about the teaching of physics

Abstract: The article concerns some problems of didactics of physics, described and discussed during the XL Congress of Polish Physicists in Kraków. The author mainly concentrates on the reform of education and teaching of contemporary physics.

Wprowadzenie

Kiedyś pojawił się w Postęпах Fizyki mój artykuł pt. „Co o fizyce każdy człowiek wiedzieć powinien” [1]. Próbowałam w nim sformułować najważniejsze, moim zdaniem, wyzwania dydaktyczne dotyczące nauczania fizyki w polskiej szkole i kształtowania świadomości przyrodni-

czej jej absolwentów. W tym czasie, w ramach ówczesnej reformy edukacji rozpoczętej w 2000 roku, uczestniczyłam w tworzeniu szkolnej podstawy programowej. W zakresie fizyki szczególną nowością był w niej kanon kształcenia licealisty, w którym znalazły się elementy tzw. fizyki współczesnej. Choć nadsyłane wcześniej do ministerstwa opinie były najczęściej pozytywne lub wręcz

entuzjastyczne, późniejsze moje spotkania z nauczycielami, już po formalnym zatwierdzeniu podstawy, świadczyły o powszechnej nieświadomości zawartości tego kanonu oraz o bardzo silnym oporze niektórych nauczycieli, a także środowisk dydaktycznych, przeciwko wprowadzaniu jakichkolwiek zmian programowych dotyczącym nowych, nie uczonych dotychczas w szkole, treści. W kulturalnych rozmowach argumentacja sprowadzała się często do krótkich stwierdzeń w rodzaju: „Mam dwudziestoletnie doświadczenie w nauczaniu fizyki i niczego nowego uczyć się nie będę!” Publiczne wypowiedzi były bardziej wyważone, chociaż często równie kategoryczne: „No to jak my to mamy robić? Tego przecież nie da się uczyć w szkole!” Argumentację, że są na to szanse, mogłam wtedy niestety podpierać tylko wątlami przykładami „z własnego podwórka”. Artykuł, o którym wspominam, był próbą zainteresowania fizyków (nie tylko dydaktyków fizyki) potrzebami polskiej szkoły w zakresie pomocy merytorycznej i dydaktycznej, dotyczącej przede wszystkim nowych dla dydaktyki szkolnej tematów. Potrzebne były kompleksowe działania, których niestety wyraźnie wtedy brakowało i nadal brakuje. Czy można jednak uważać, że nic pozytywnego nie zdarzyło się od tego czasu w nauczaniu fizyki w szkole?

Minęło już prawie dziesięć lat...

Stoimy u progu wdrażania nowej reformy nauczania. Jeżeli nowa podstawa programowa pozostanie w obecnej postaci, w roku 2011 z lekcji fizyki w szkole znikną prawie zupełnie osiągnięcia fizyki XX wieku (z wyjątkiem elementów fizyki jądrowej) a pozostałe treści dziewiętnastowiecznej fizyki nauczane będą prawie wyłącznie jakościowo (bez wprowadzania np. pojęcia wielkości wektorowych). Nowa koncepcja dydaktyczna przekreśla więc w praktyce to wszystko, co udało się wprowadzić do nauczania w ostatnich latach i cofa nauczanie fizyki o co najmniej kilkadziesiąt lat. Czy są podstawy do tak drastycznych posunięć?

Co z tą reformą?

Czas jubileuszowego XL Zjazdu Fizyków Polskich wydał się nam, animatorom sekcji nauczycielsko-dydaktycznej odpowiedni do dyskusji na powyższy temat. Prawie cały program sekcji zaprojektowaliśmy tak, aby oprócz licznych wykładów i zajęć merytorycznych dla uczniów i nauczycieli prowadzonych głównie podczas przedpołudniowych sesji, podczas popołudniowych sesji zaś dać szansę nieco szerszego spojrzenia na kilka zasadniczych, naszym zdaniem, problemów szkolnej fizyki, w aktualnej polskiej sytuacji. Mieliśmy nadzieję, że tak zgromadzony podczas Zjazdu materiał będzie, między innymi, dobrą podstawą do finalnej zjazdowej dyskusji „Quo vadis fizyka polska?”, w zakresie refleksji dydaktycznej. Szczególnie interesujące, bo mało rozeznane, wydały nam się w tym kontekście problemy nauczania fizyki współczesnej. A oto krótki opis programu popołudniowych sesji:

W pierwszym dniu przewidziane były prezentacje laureatów, ogłoszonego wcześniej konkursu dla nauczycieli pt. „Fizyka współczesna blisko nas”. Program dru-

giego dnia, oprócz pokazów eksperymentów fizycznych (w ramach konkursu „Zgadnij i uzasadnij”), zawierała, prowadzoną przeze mnie, dyskusję panelową „Problemy nauczania fizyki współczesnej”. W panelu uczestniczyli: prof. dr hab. Andrzej Majhofer (UW), prof. dr hab. Marek Zrałek (UŚ), prof. dr hab. Krzysztof Fiałkowski (UJ), dr Zygmunt Mazur (UWr), mgr Mirosław Trociuk (II LO Włodawa). Dzień trzeci poświęcony był przede wszystkim popularyzacji fizyki. Jego końcowym akcentem był tzw. Hyde Park „O co chodzi w tej reformie?” – dyskusja prowadzona przez dr Jerzego Lackowskiego, byłego kuratora oświaty województwa małopolskiego.

Tę ostatnią, gorącą dyskusję „O co chodzi w tej reformie?” zapamiętałam przede wszystkim jako wzajemną wymianę zdumienia i niedowierzania: Przy ogólnej bierności społecznej dokonuje się pogrzeb fizyki w polskiej szkole, zarówno pod względem treści jak i liczby godzin. Znalazł się wprawdzie jeden głos argumentujący, że może lepiej uczyć mniej a za to dogłębniej, ale jak tu uczyć dogłębniej, gdy w liceum pozostanie jedna godzina tygodniowo i to tylko w pierwszej klasie?! Uświadomieniu sobie grozy sytuacji towarzyszyło w zasadzie przede wszystkim poczucie bezsilności i rozgoryczenia. Znaleźli się jednak, jak zwykle, niepoprawni optymiści, którzy doprowadzili do kolejnej uchwały Walnego Zebrania PTF, dotyczącej edukacji. Oto tekst uchwały:

Do
Ministerstwa Edukacji Narodowej

Obecni na zebraniu delegatów Polskiego Towarzystwa Fizycznego w Krakowie w dniu 10.IX.2009 nauczyciele i naukowcy wyrażają głębokie zaniepokojenie planami Ministerstwa Edukacji Narodowej radykalnych zmian w nauczaniu fizyki w szkołach ponadgimnazjalnych. Planowana przedwczesna specjalizacja już w pierwszej klasie doprowadzi do praktycznego analfabetyzmu w dziedzinie fizyki, chemii, biologii i geografii większości polskich maturzystów (a pozostałą ich część – do analfabetyzmu w dziedzinie historii). Kolejne zmniejszanie liczby godzin przeznaczonych na fizykę nie będzie skompensowane wprowadzeniem przyrody, do nauczania której należałoby najpierw wyszkolić nauczycieli, aby nie ograniczyła się do powierzchownego omawiania „modnych” tematów.

Apelujemy o ponowne rozpatrzenie programów szkół ponadgimnazjalnych i przyjęcie rozwiązań, które umożliwią rozpoznanie talentów i zainteresowań uczniów przed wyborem przedmiotów objętych programami rozszerzonymi. Planowane ograniczenie liczby godzin fizyki i wybór tematyki podstawy programowej jest nieprzemysłane i może doprowadzić do powstania pokolenia ignorantów niezdolnych do właściwego funkcjonowania w nowoczesnym społeczeństwie. Polskie Towarzystwo Fizyczne deklaruje gotowość współpracy w przygotowaniu nowego programu i podstawy programowej.

Kraków, 10.IX.2009

Cóż nam więc pozostaje oprócz optymizmu i nadziei, że nasz głos zostanie wreszcie usłyszany? No, może jednak pozostaje nam coś jeszcze: tzw. hasło „róbmy swoje!”. Uznaliśmy, że właśnie pod tym hasłem oraz w głębokim przekonaniu, iż wszelkie przepisy mają to do siebie, że wcześniej czy później ulegają zmianie, uznaliśmy, że warto jednak, mimo wszystko, dyskutować na Zjeździe o nauczaniu fizyki współczesnej w polskiej szkole.

Problemy nauczania fizyki współczesnej

Panelowi „Problemy nauczania fizyki współczesnej” chciałabym poświęcić nieco więcej miejsca. Cóż to znaczy „fizyka współczesna”? Aby uniknąć nazewniczych niejasności, ustaliliśmy na wstępie, że tym określeniem nazywać będziemy osiągnięcia fizyki XX wieku. Dyskusja koncentrowała się wokół odpowiedzi na trzy, zadane na początku jej trwania, pytania:

- ▶ Czy należy uczyć w szkole fizyki współczesnej?
- ▶ Czego z zakresu fizyki współczesnej należy (można) uczyć w szkole?
- ▶ Jak uczyć w szkole fizyki współczesnej?

Spróbuję poniżej przedstawić swoje refleksje z tej dyskusji oraz omówić niektóre wypowiedzi.

Czy należy uczyć w szkole fizyki współczesnej?

Odpowiedź dyskutantów zaskoczyła mnie swoją jednoznacznością. Przed dziesięciu laty pytanie powyższe, jak już wspominałam, wywoływało często ostre polemiki. Nowa podstawa programowa świadczy o zdecydowanie negatywnej odpowiedzi na nie obecnego Ministerstwa Edukacji Narodowej. Tymczasem, dla uczestników panelu, odpowiedź pozytywna była tak oczywista, iż właściwie nie podlegała żadnej dyskusji. Trzeba jednak przyznać, że podczas rozmów w różnych nauczycielskich środowiskach, można również dzisiaj usłyszeć pełne oburzenia wypowiedzi o rzekomych nonsensownych próbach uczenia w szkole mechaniki kwantowej. No i właśnie tu tkwi sedno nieporozumień! Nie o to przecież chodzi, aby wprowadzać do szkół wyższą matematykę i akademickie podręczniki.

Jak więc uczyć w szkole fizyki współczesnej?

Rozwinięcie tego tematu wymagałoby oczywiście znacznie więcej czasu niż można go było poświęcić podczas dyskusji panelowej. Padło jednak kilka interesujących spostrzeżeń i propozycji. Dotyczyły one przede wszystkim możliwości wykorzystywania w praktyce szkolnej zasobów Internetu i urządzeń codziennego użytku, funkcjonujących obecnie w coraz większym zakresie w oparciu o zdobycze współczesnej nanotechnologii (komputery, komórki, lasery, płyty CD itp.) Zwracano także uwagę na coraz szerzej dostępne firmowe zestawy eksperymentów szkolnych, dotyczące fizyki współczesnej (np. nadprzewodnictwa). Te nowe możliwości dają nauczycielowi wspaniałe, jeszcze niedawno niedostępne, narzędzia dydaktyczne i znacznie osłabiają podnoszony kiedyś przez oponentów argument, że przekazywanie wiedzy o fizyce współczesnej w szkole jest dydaktycznie chybione, gdyż może być tylko deklaratywne. Ważne jest, jak podkreślano

w dyskusji, aby o fizyce współczesnej mówić także w powiązaniu z życiem codziennym, z konkretem, który można dotknąć. Zwracano uwagę na to, że nauczanie na wszystkich poziomach przesunięto obecnie zbyt daleko w kierunku koncepcji teoretycznych, omawianych w oderwaniu od zjawisk. Ciekawym dopełnieniem tej dyskusji były prezentowane dzień wcześniej dwa scenariusze lekcji laureatów konkursu „fizyka współczesna blisko nas”. Lekcje dotyczyły tak trudnych tematów jak fizyczne podstawy energetyki jądrowej i falowo-korpuskularne cechy materii. Pomysłowe, poprawne merytorycznie i przekonujące dydaktycznie sposoby przekazywania tych treści na poziomie szkolnym, wzbudziły uznanie uczestników spotkania. Szczególnie cenne było to, że czynni nauczyciele (nauczycielki) nie omawiały „wydumanych” koncepcji dydaktycznych a konkretne lekcje, które z powodzeniem przeprowadziły wcześniej w zwyczajnych licealnych klasach ogólnokształcących. Dostarczyły tym samym niezbitych dowodów, że „da się to robić”. Niestety zainteresowanie nauczycieli konkursem było niewielkie, a wśród nadesłanych prac były również materiały o niewielkiej wartości dydaktycznej, sprowadzające się jedynie do pokazów efektownych, internetowych zdjęć. Dobrze wiemy, że problematyka jest trudna. Świadczą o tym, między innymi, gorące spory sprzed kilku lat, dotyczące standardów wymagań maturalnych, czy polemiki na zjazdach dydaktycznych, dotyczące różnych rozwiązań szczegółowych. Warto jednak zauważyć, że dyskusje takie często usuwają nieporozumienia i owocują różnymi ciekawymi, choć czasem kontrowersyjnymi rozwiązaniami. Sztandarowym przykładem mogą tu być np. spory o sposób opisu atomu wodoru i słynne dyskusje o „bohrowaniu” lub „nie bohrowaniu”. Jedno jest pewne: nie uciekniemy od problemów nauczania fizyki współczesnej sprowadzając jej dydaktykę jedynie do popularnonaukowych pogadanek.

Czego z zakresu fizyki współczesnej należy (można) uczyć w szkole?

Dla uczestników panelu oczywistym było, że w programie szkolnym muszą znaleźć się elementy fizyki kwantowej i teorii względności, zarówno ze względu na ich rangę wśród największych osiągnięć intelektualnych ludzkości, jak i ze względu na ich ścisły związek ze współczesną energetyką, techniką, biologią, medycyną. Jak można mówić na poziomie licealisty o energetyce, o tym jak zbudowany jest Wszechświat, jak wyjaśnić dlaczego świeci słońce, bez teorii względności, równoważności masy i energii, bez Einsteina i jego wzoru $E = mc^2$? – mówili dyskutanci (prof. A. Majhofer, prof. M. Zrałek, prof. K. Fiałkowski) – Jak można mówić o zastosowaniach nanotechnologii, bez kwantowego opisu rzeczywistości? Wiele przykładów z praktyki szkolnej wskazuje, że fizyka współczesna to rezerwuariat treści bardzo atrakcyjnych dla ucznia, które mogą spowodować, że zainteresuje się on w ogóle fizyką (mgr M. Trociuk). Nie każdego interesuje funkcjonowanie Wszechświata, ale również w życiu codziennym otaczają nas wszędzie produkty fizyki współczesnej – od tego nie uciekniemy (dr Z. Mazur).

Spodziewałam się, że uczestnicy dyskusji (w szczególności nauczyciele) wskażą pewne słabości dotychczasowej podstawy programowej, te zakresy treści, które nie powinny się w niej znaleźć, gdyż w praktyce nie są możliwe do zrealizowania. Być może ze względu na brak czasu, wypowiedzi takich nie było. Oczywiście mówiono, że są tematy łatwiejsze i trudniejsze dla ucznia. Zwracano uwagę np. na to, że elementy fizyki kwantowej są łatwiejsze w szkolnej realizacji niż elementy teorii względności. Podkreślano jednak, że przede wszystkim wiele zależy od sposobu przekazu i od czasu jaki ma do dyspozycji nauczyciel. Dyskutanci z sali, podobnie jak uczestnicy panelu, zgodni byli co do tego, że koniecznie trzeba szukać sposobów, aby mimo wszystko uczyć w szkole fizyki, jako nauki współczesnej a nie XIX-wiecznej historii. (Oczywiście współczesna wiedza fizyczna to nie tylko jej XX-wieczne osiągnięcia.) To, co bez wnikania w szczególność tematykę, można z pewnością uznać za niezbędne dla wykształcenia ogólnego, to świadomość rządów wielkości, występujących w mikro i makroświecie (prof. K. Fiałkowski). W fizyce XX-wiecznej dokonała się rewolucja rządów wielkości, z której powinien zdawać sobie sprawę każdy człowiek. Bez rozwiązywania bardzo trudnych problemów, uczeń powinien umieć oszacowywać te wielkości, aby w szczególności mieć szansę zauważyć różne nonsensy, podawane nieraz w środkach masowego przekazu (np. o energetyce jądrowej). Zwłaszcza w sytuacji dużych ograniczeń czasowych, konieczny jest, jak podkreślali dyskutanci, udział fizyków w głębokiej dyskusji nad kanonem wiedzy podstawowej. Nie wystarczy na to jeden panel dyskusyjny. W tej chwili, jak wykazują badania dydaktyczne, nawet studentom „umykają” bardzo podstawowe tematy. Tak więc „co każdy człowiek o fizyce wiedzieć powinien” – to nadal problem nie zamknięty.

Próba bilansu zysków i strat

Podstawowe pytanie o zakres wiedzy, umiejętności i świadomości przyrodniczej, jaki powinien wynieść ze szkoły współczesny człowiek, wiąże się ściśle z innym stawianym często pytaniem zasadniczym: Po co? Po co uczyć w szkole każdego ucznia fizyki, do czego jest ona potrzebna przeciętnemu absolwentowi szkoły? Odpowiedź na te pytania nie jest wcale tak trudna, jak mogłoby się wydawać. W oparciu o zakładane cele obowiązującej dotychczas podstawy programowej, można ją skrótowo sformułować np. tak:

- ▶ aby umiał funkcjonować w życiu codziennym,
- ▶ aby nie był indoktrynowany w życiu społecznym,
- ▶ aby posiadał świadomość rzeczywistości przyrodniczej oraz istnienia rządzących nią praw.

Czyżby twórcy obecnej reformy uznali te cele za nierealne, albo możliwe do osiągnięcia bez jakiegokolwiek wprowadzenia w meritum współczesnej wiedzy fizycznej? A może są one tak zdecydowanie nieosiągalne w realiach polskiej szkoły, że nie warto nawet postawienia? Nieznane są żadne szersze, przekonujące badania w tym zakresie. Spotkania zjazdowe zdecydowanie jednak nie dają podstaw

do wyciągania takich wniosków. Po blisko dziesięciu latach doświadczeń, czas na podsumowanie i refleksje. Wydaje się, że przez te lata zdarzyło się jednak w szkole coś dobrego w zakresie nauczania fizyki współczesnej. Coś, czego nie można cofnąć zwykłą administracyjną decyzją. Świadczą o tym moim zdaniem również wnioski wynikające ze zjazdowych dydaktycznych dyskusji.

Cóż więc zmieniło się w sytuacji polskiej szkoły przez te ostatnie lata?

Wymieńmy kilka oczywistych faktów:

- ▶ Powstały interesujące podręczniki szkolne, zawierające treści fizyki współczesnej. Można w nich znaleźć wiele wartościowych pomysłów dydaktycznych.
- ▶ Wzrosły znacznie możliwości wykorzystywania w praktyce szkolnej, dla celów dydaktyki fizyki współczesnej, różnorodnych przyrządów bazujących na jej zdobyczach.
- ▶ Praktycznie wszyscy polscy uczniowie (i oczywiście także nauczyciele) mają dostęp do Internetu i powszechnie korzystają z jego zasobów i możliwości.
- ▶ W środkach masowego przekazu pojawia się wiele programów i artykułów popularyzujących fizykę współczesną oraz imprez popularyzatorskich (dni nauki, jarmarki fizyczne itp.).

Podczas dyskusji panelowej staraliśmy się wyraźnie odróżniać popularyzację od nauczania. Wiadomo, że popularyzacja powinna wspomagać nauczanie, ale nie może go zastąpić. Wydaje się, że z popularyzacją jest u nas lepiej niż z nauczaniem... choć może tylko tak się wydaje.

Nauczanie a popularyzacja

Od dłuższego czasu coraz efektywniej i efektywniej potrafimy przyciągać tłumy zainteresowanych i gapiów do zaskakujących fizycznych pokazów. Czy to oznacza, że potrafimy zainteresować ich fizyką? Coraz więcej jest kolorowych artykułów, filmów, pięknie wydanych książek popularnonaukowych. Jakie korzyści dają one uczniom a jakie kryją niebezpieczeństwa? W rozważania o tym, świetnie wkomponowało się wystąpienie jednego z wykładowców sesji popularyzatorskiej (prof. A. Staruszkiewicz). Wskazywał on, podpierając się konkretnymi przykładami, na konieczność rozwagi w podsuwaniu uczniom atrakcyjnych i pozornie wartościowych książek o fizyce. Zła popularyzacja często bowiem fałszuje fakty naukowe tworząc błędną intuicję, poprzez niedopuszczalne skojarzenia lub absurdalne, źle działające na wyobraźnię interpretacje. Ochroną przed takimi manipulacjami umysłem czytelników powinno być szkolne nauczanie fizyki, dające możliwość krytycznej oceny przez ucznia, przeczytanych przypadkowo tekstów. No, ale jak jest z tym nauczaniem?

Zamiast zakończenia

Spójrzmy prawdzie w oczy. Żyjemy w czasach totalnych przewartościowań. Dotyczą one wielu dziedzin życia, ale w szczególności sposób dotyczą edukacji. Coraz bardziej rozmywają się standardy kształcenia podstawowego. Na całym świecie obserwujemy dużą różnorodność w doborze i zakresie przedmiotów obowiązkowych. Fizyka

w tej sytuacji przegrywa często konkurencję np. z ekonomią gospodarstwa domowego, a ranga dyplomów różnych szkół nazywanych wyższymi jest nieporównywalna. Duża możliwość wyboru przedmiotu i zakresu kształcenia, już na niskich jego szczeblach, pociąga jednak zazwyczaj poważne ograniczenia dalszej drogi studiowania. Świadomość konsekwencji tych wyborów, w krajach, w których systemy takie obowiązują, jest dla każdego obywatela oczywistością (np. w Kanadzie czy w Stanach Zjednoczonych). W Polsce, z jednej strony cenimy nadal tradycyjne tytuły, stopnie, dyplomy, z drugiej strony chcielibyśmy dopuścić dużą różnorodność i elastyczność ich użytkowania. Wierzymy, że lata systematycznego rozwijania intelektualnych predyspozycji umysłu dziecka można zastąpić np. zajęciami uzupełniającymi z matematyki i fizyki, podczas studiów. Dla większości populacji jest to jednak niemożliwe. Zajęcia wyrównawcze są tymczasem coraz powszechniejszą praktyką szkół wyższych. Jest to jedyna szansa utrzymania na studiach ścisłych i technicznych nielicznych kandydatów na te studia, przyjętych często niemal „z łapanki”, bez względu na profil ukończonej klasy, czy zakres i wyniki zdanej matury. Nie ma z czego wybierać. Do klas matematyczno-fizycznych uczęszcza bardzo niewielu uczniów, a maturę z fizyki zdaje ich jeszcze mniej. Czy można to zmienić? Tkwimy właściwie w błędnym kole. Uczniowie i ich rodzice myślą racjonalnie i często niezbyt dalekowzrocznie. Jeżeli matura z fizyki nie jest do niczego potrzebna, to lepiej zdawać coś łatwiejszego. Jeżeli profil klasy nie ogranicza przyszłego studiowania, to znaczy, że wszystko można ewentualnie wyrównać na studiach. Tymczasem liczba godzin zajęć na studiach od kilkunastu lat ulega ciągłemu zmniejszaniu. „Student powinien mieć czas na samodzielne studiowanie a nie uczyć się na zajęciach jak w szkole” – brzmi argumentacja. Kłopot w tym, że student często praktycznie nie uczył się w szkole fizyki i nie umie studiować, bo nie ma podstaw. Naturalne jest oczekiwanie, że wymagania stawiane studentom powinny być zgodne nie tylko z tym, co się im przekazuje, ale również z tym, co większość studentów jest w stanie przyswoić. Trudno się więc dziwić, że już teraz poziom różnych kierunków studiów

daleko odbiega od tego, z czym kiedyś kojarzyliśmy tytuł magistra.

Myślę, że wiele osób nie ma pełnej świadomości sytuacji, w jakiej znalazła się cała edukacja w Polsce oraz wpływu na jej kształt pozornie nieistotnych uwarunkowań administracyjnych, ekonomicznych, społecznych, dotyczących jej fragmentów (np. szkolnictwa wyższego). Nowa reforma szkolna drastycznie ogranicza liczbę godzin fizyki. Praktycznie eliminuje ją dla większości uczniów z nauki licealnej. Wielu z tych uczniów, zgodnie z uwagami powyższymi, trafi jednak na studia ścisłe lub techniczne i zetknie się wtedy z trudnościami przekraczającymi ich możliwości. No cóż, nie każdy musi skończyć studia... Czyżby? Jest to myślenie trudne do zaakceptowania zarówno przez opinię społeczną jak i często przez władze uczelni, zmuszone presją ekonomiczną do zabiegania, za wszelką cenę, o każdego studenta: Jeżeli już przyjęliśmy go na studia, jeżeli już je zaczął i chce kontynuować... Nietrudno przewidzieć, że w tej sytuacji, poziom kształcenia, np. na studiach technicznych, na których już teraz prawie nie ma fizyki, w przyszłości musi ulec obniżeniu. Od pewnego czasu modne jest wygłaszanie następujących opinii: „Nie wszyscy będą fizykami, nie należy więc wszystkich uczyć wszystkiego”. Opinie takie wygłaszają niestety często również fizycy. Brzmiały one nawet przekonująco. Potrzebny jest jednak umiar i odpowiednie, a nie przypadkowe, relacje pomiędzy wszystkimi elementami edukacyjnej układanki. Powyżej starałam się zwrócić uwagę na niebezpieczeństwo zaistniałej sytuacji w odniesieniu do poziomu przyszłego kształcenia ścisłego i technicznego w Polsce. Wydaje mi się jednak, że równie ważne i niepokojące są jej ogólne, społeczne konsekwencje dla świadomości przyrodniczej społeczeństwa, dla tych, którzy fizykami nie będą, ale coś o współczesnej fizyce powinni wiedzieć i mają prawo wiedzieć. Czy potrafimy im to zapewnić? Moje zjazdowe refleksje są w tym zakresie pozytywne: Potrafimy! Ale co zrobić z tą reformą?!

Literatura

- [1] M. Baster-Grząślewicz, *Postępy Fizyki* 54, 161 (2003).

Quo vadis polska fizyko – fizyk polski w przyszłości

Zofia Gołąb-Meyer

Instytut Fizyki, Uniwersytet Jagielloński

Streszczenie: Dyskusja o przyszłości polskiej fizyki rozpoczyna się od rozważenia jakości, poziomu i liczności przyszłych kadr uprawiających fizykę. Jakość przyszłych fizyków zależy od wykształcenia obecnych uczniów. Wszyscy z niepokojem obserwujemy obniżenie poziomu naszych nowowstępujących na studia studentów. Jest on spowodowany kryzysem w nauczaniu fizyki. Kryzysem spowodowanym bardzo niefortunną koincydencją kryzysu szkoły jako takiej (praktycznie stuprocentowa powszechność) oraz wzrostem i skalą trudności materiału uznanego za godny nauczania, jaką przyniosły w fizyce odkrycia ostatnich dziesiątek lat. Pokazano jakie liczne środki zaradcze zostały już podjęte. Trudno w chwili obecnej zawyrokować, które się sprawdzą na przyszłość i zostaną przyjęte. Znacznie łatwiej jest uzasadnić, które są tylko iluzjami, czy pobożnymi życzeniami. Z pewnością jednak wiadomo, że wykształcenie naszych uczniów leży w rękach ich nauczycieli.

Quo vadis physica Poloniae?

Abstract: The future of Polish Physics depends on the quality and number of future physicists. They are today's students of Polish elementary and high schools. As we all observe the level of graduates, and in consequence the level of the prospective students in the engineering and physics departments is going down rapidly. We have a crisis in teaching physics in schools. This crisis was unavoidable because of the very unfortunate coincidence of a general school crisis, related to the democratization of education, and difficulties in physics teaching connected with the growing amount of material to be taught.

Some ways of solving this problem and overcoming the crisis are shown. It is hard to foresee now, which of them will be prevailing and successful. It is easier to say which of them are only illusions.

Na zakończenie XL Zjazdu Fizyków Polskich w Krakowie, 11 września, odbyła się – kierowana przez Prezesa PAU profesora Andrzeja Biafasa – dyskusja panelowa pt. „Quo vadis polska fizyko”. Zasadnym było postawienie na początku dyskusji pytania, kto ją będzie w przyszłości uprawiał. Kto będzie np. zatrudniony w planowanej energetyce jądrowej, kto będzie pracował w wielkich europejskich urządzeniach badawczych jak np. synchrotron.

Fizycy są kształceni na studiach fizyki, a na nie przychodzą ze szkół. Dotychczasowe doświadczenia, to jest dobry stan fizyki, usypiają troskę o kadry przyszłych fizyków. Na uczelniach pojawiają się wybitnie zdolni i ambitni młodzi ludzie, którzy są świetnie wykształceni i pozbawieni wszelkich zahamowań by włączyć się w nurt światowej fizyki. A fizyka, nie tylko nasza, ale i światowa, ich potrzebuje.

Jak słusznie zauważył jeden z uczestników panelu, zresztą znakomity i nagrodzony w tym roku nauczyciel Marek Orzechowski, dobrą kondycję fizyka zawdzięcza fizykom wykształconym w przeszłości. Taki stan nie jest

zagwarantowany na przyszłość, co gorsza czarne chmury kryzysu w szkole dają zgoła nieciekawe prognozy.

Młody człowiek trafia na studia fizyki kierowany rozmaitymi motywami. Niebagatelna rolę gra „obraz fizyki i fizyka” otrzymany w szkole od nauczyciela fizyki oraz obraz kreowany przez media. Nie sposób przecenić tutaj rolę nauczyciela fizyki. Nauczyciel musi mieć jednak warunki, by tę swoją powinność i misję wypełniać. Nie łatwo mu, bo szkoła jako taka jest w kryzysie, który szczególnie dotkliwie dotyczy nauczania fizyki.

Kryzys, w jakim znalazła się szkoła, nadchodził nieuchronnie. Było to kwestią czasu, kiedy nastąpi i w jak ostrej formie, a o jego powstaniu zdecydowało dużo czynników.

► Powszechność nauczania, wymarzona i wyczekiwana, oprócz swych zbawiennych rezultatów przyniosła zagrożenia. Najbardziej widoczny symptom to obniżenie poziomu nauczania.

► Szkoła znalazła się pod presją społeczną, pod silnym wpływem polityki ze wszystkimi negatywnymi tego

skutkami, takimi jak uleganie populistycznym naciskom społecznym. W efekcie tego występuje znane nam z poprzedniej epoki rozszczepienie deklarowanych haseł, celów szkoły z faktycznie realizowanymi. Te ostatnie są pod dyktando ekonomii, maksymalnych oszczędności, wbrew szumnym deklaracjom maskującym.

- ▶ Wcześniejsze pokolenia wypracowały najlepszą metodę nauczania, a mianowicie uczeń–mistrz. W czasie dyskusji „Quo vadis polska fizyka” jeden z nauczycieli stwierdził, że to nie to samo co nauczyciel–klasa. A mogłoby tak być i czasami się to zdarza. Warunkiem tego jest niezbyt liczna klasa, tak aby nauczyciel mógł poznać dobrze każdego ucznia. Nauczyciel w żadnym wypadku nie może opiekować się paruset wychowankami, a tak jest obecnie w gimnazjach, gdy nauczyciel „wyrabia” pensum w licznych klasach przy minimalnym przydziale godzinowym na fizykę. Model mistrza–ucznia doskonale może funkcjonować w Internecie. Poprzez Internet, były redaktor naczelny „Fizyki w Szkole” Adam Smólski kontaktował się z indywidualnymi czytelnikami (uczniami, nauczycielami). Model mistrz–uczeń jest w każdym wypadku kosztowny.
- ▶ Ilość wiedzy, jaką należałoby w trakcie nauki szkolnej przekazać uczniom, w ostatnim stuleciu, 50-leciu, czy nawet w ostatnich 20 latach wzrosła ogromnie. W przypadku fizyki nie jest to wzrost liniowy (jak np. w historii), lecz lawinowy. Co gorsza, nie można materiału redukować usuwając z niego jakieś elementy, co w zasadzie jest możliwe w nauce historii. Większość z nas miała w szkole historię Chin w szcążkowej postaci, co pozostało praktycznie bez wpływu na rozumienie historii Europy. W fizyce takie zabiegi są niemożliwe. Utrudnia to konstrukcję rozsądnie mieszczącego się w czasie programu nauczania. Wymaga badań dydaktyków, które to badania z natury swej muszą być rozciągnięte w czasie. A tymczasem nastąpił regres dyscypliny zwanej dydaktyką fizyki.
- ▶ Tak się dzieje w momencie, gdy dydaktyka fizyki stanęła przed nowymi wyzwaniem. Wspomniana już powszechność nauczania oznacza konieczność pracy z uczniami niespełniającymi kryteriów umiejętności logicznego, formalnego i abstrakcyjnego myślenia. Ponadto współcześni uczniowie żyją w zupełnie innym środowisku niż ich rówieśnicy sprzed kilkudziesięciu lat. Pewien uczestnik dyskusji powiedział, iż dzieci obecne mają w buzi „myszki” zamiast smoczków. Trzeba odłożyć do lamusa z trudem wypracowane chwyt dydaktyczne, a w to miejsce należy zaproponować nowe. Potrzebne są pilnie prace nad sposobami popularyzacji fizyki, a jest to zupełnie coś innego niż szkolne nauczanie. Niestety tego nie uczą się na studiach przyszli nauczyciele fizyki.

To tylko przykładowe problemy dydaktyki, dyscypliny zupełnie niedocenianej w kraju. Nie jest to wyłącznie nasz ból. Euforia rozkwitu fizyki drugiej połowy XX wieku, szeroka rzeka młodych adeptów napływających do zawodu fizyka uściła tę dziedzinę. Ludzie zajmujący się nią skoncentrowali się na poszukiwaniach nauczania

w stylu „łatwo, miło i przyjemnie”. Chodziło o nauczanie całej populacji, niekoniecznie przyszłych fizyków, bo oni do fizyki i tak odnajdywali drogę. Tu faktycznie mamy postęp.

- ▶ Niebagatelny wpływ na zmniejszenie ilości chętnych do studiowania fizyki i przedmiotów technicznych ma obniżenie poziomu nauczycieli fizyki. W ostatnich latach koncentrowano się na, zaniedbanym dawniej, przygotowaniu psychologicznym i wychowawczym. Chodziło o to, by nauczyciel nauczył się radzić sobie w trudnych sytuacjach wychowawczych, by „nie dał sobie włożyć na głowę kosza na śmieci”. Uczyniono to jednak kosztem wykształcenia merytorycznego. Każda kolejna reforma kształcenia nauczycieli pogarsza sytuację. **Absolutnie jest niemożliwe przygotowanie nauczyciela do nauczania w gimnazjum dwóch przedmiotów w ciągu trzech lat.** Jest to trudne do osiągnięcia nawet w ciągu pięciu lat. Nauczyciel musi być obowiązkowo dokształcany przez cały czas jego szkolnej kariery. Fizyka zbyt szybko się rozwija, by nauczyciel mógł pozostać z wiedzą wyniesioną ze studiów.
- ▶ Upadek etosu naukowca, a w naszym wypadku fizyka, którego obarcza się przyczynami wszystkich nieszczęść tego świata, nie zachęca młodych do wyboru kariery naukowej, gdzie ani pieniądze, ani prestiż, nie są magnesem. Wstępujący na studia nie wiedzą, jakie perspektywy otwierają studia fizyki. Jest tu wiele do zrobienia bez nakładów finansowych. Całe szczęście, że wrodzony instynkt badawczy i pasja poznawcza pewnej grupy młodych ludzi kieruje ich w ramiona fizyki. Zbawienna jest tu rola Internetu i jego zasobów.

Każdy z wymienionych powyżej powodów (a bynajmniej nie jedynych) kryzysu szkoły i fizyki w szkole sam w sobie nie spowodowałby katastrofy, zwłaszcza, że z niektórymi objawami walczy się od dawna. Nałożenie się wszystkich przyczyn kryzysu spowodowało stan krytyczny.

Oczywiście podejmowane są kroki ku naprawie sytuacji. Trudno jeszcze wyrokować, które pozostaną jako trwałe zdobycz czy trwałe kierunek, a które pozostaną krótkotrwałą modą.

- ▶ Wydaje się, że utrwała się proces „wychodzenia” fizyki ze szkoły. Społeczeństwo, które z jednej strony domaga się, by w szkole było łatwo i miło, jednak jest ciekawe świata, zainteresowane nauką i techniką. Stąd tłumnie odwiedzane festiwale nauki, noce naukowców, wystawy, muzea. Akcje typu „Fizyka na Scenie” święcą tryumfy w każdej skali, w wielkich uniwersyteckich miastach i w małych miejscowościach. Wydaje się, że zostanie to już wpisane w model edukacji publicznej.

Muzea zmieniają swoje oblicze, korzystają z nowoczesnych form, stanowią placówki oświatowe, wyręczają na wielu polach szkoły.

- ▶ Uniwersytety otworzyły podwoje przed uczniami szkół i to nie tylko ponadgimnazjalnych lecz także gimnazjalnych, podstawowych, a nawet przedszkolnych (jak tzw. uniwersytety dla dzieci, gdzie rodzice toczą istne boje o przyjęcie swych pociech).

- ▶ Działają szkoły i klasy elitarne, kształcące zdolnych i motywowanych uczniów.
- ▶ Ambitni nauczyciele organizują obozy naukowe w rozmaitej formie.

Można się zastanawiać, czy to wystarczy i czy zastąpi niedostatki szkoły. Upowszechnienie edukacji, rola Internetu i innych mediów spowodowały poszerzenie puli młodzieży, z jakiej czerpiemy kandydatów do zawodu fizyka i zawodów technicznych. Jest to kolosalna szansa, znacząca zmiana na lepsze. Doktorant z ongiś biednej podgórskiej miejscowości niczym nie ustępuje doktorantowi z renomowanych szkół. Tak jest, ale z drugiej strony, jeśli uczeń był skutecznie zniechęcony do fizyki w szkole – obojętnie czy na prowincji, czy w stolicy – to do fizyki nie trafi.

Uważam, iż najważszym gardłem hamującym dostęp do fizyki młodym ludziom są nauczyciele. Poprawę należy zacząć od poprawy ich kształcenia i doksztalcania, od uzdrowienia systemu awansu zawodowego. Nauczyciele muszą być również finansowo motywowani do dobrej pracy. Tajemnicą poliszynela jest, że system szkolny demotywuje do dobrej pracy.

Motywacje finansowe są niebagatelne. Niech jako przykład posłużą konkursy dla nauczycieli zorganizowane z okazji XL Zjazdu Fizyków Polskich. Na konkursy nadeszło bardzo niewiele prac. Dwa miesiące wcześniej, ogłoszony konkurs przez program FENIKS (uczestnictwo obowiązkowe) spowodował wysyp interesujących propozycji. Dlaczego? Czyżby dlatego, że udział w FENIKSIE był sto-

sunkowo bardzo dobrze opłacany, a nagrody w konkursie PTF zaledwie symboliczne?

Nie ulega wątpliwości, że nie uzdrowi się edukacji bez pieniędzy. A rezerwy chyba są. Dr Jerzy Lackowski w dyskusji stwierdził, że w naszym systemie szkolnym jest tani uczeń, tani nauczyciel, a najdroższy urzędnik, na którego idzie co czwarta złotówka z budżetu na edukację.

Nie dokona się znaczącej poprawy kształcenia nauczycieli bez przywrócenia, czy raczej nadania, należytej rangi i badaniom dydaktycznym. Zakłady nauczania fizyki, czy dydaktyki fizyki, czy też metodyki (różne nazwy są używane) muszą pełną parą być skierowane na badania dydaktyczne. Te badania i zajęcia nie mogą być kulą u nogi i zawadą w akademickiej karierze ich kierowników i pracowników prowadzących badania na innym polu fizyki. To nie będzie szybki proces, ale trzeba go rozpocząć od zaraz. Pilnym zadaniem jest ustalenie normalnej ścieżki kariery w dydaktyce fizyki, od magistra przez doktora i habilitację na wydziałach fizyki; badań nad nauczaniem fizyki absolutnie nie może czynić osoba niekompetentna w fizyce, czym groziłoby wyprowadzenie dydaktyki fizyki do wydziału pedagogicznego.

Podsumowując można stwierdzić, iż choć kryzys w nauczaniu fizyki grozi załamaniem wielkości i jakości przyszłej kadry naukowej, to jednak znane są drogi wyjścia z impasu, a niektóre z nich nawet nie wymagają zwiększenia nakładów finansowych, choć zasadniczo cała edukacja ich rozpaczliwie wymaga.



Marian Smoluchowski jako filozof w świetle pewnego rękopisu

Paweł Polak

Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych, Uniwersytet Papieski Jana Pawła II, Kraków

Streszczenie: Artykuł ukazuje filozoficzne zagadnienia poruszane przez Mariana Smoluchowskiego w nieznanym rękopisie *Uwagi o roli przypadku we fizyce* (1917).

Marian Smoluchowski as philosopher in the light of a manuscript

Abstract: This paper shows the philosophical issues in unknown manuscript of Marian Smoluchowski entitled *Uwagi o roli przypadku we fizyce* (Remarks about the role of chance in physics) written in 1917.

„Problemy, którymi dzisiaj się mamy zająć, co do **istoty przypadku i prawdopodobieństwa** były przedmiotem roztrząsań i dyskusji prowadzonych przez filozofów i matematyków, socjologów odkąd w ogóle wymyślono rachunek prawdopodobieństwa”. Tak zaczynają się pierwsze słowa rękopisu Mariana Smoluchowskiego poświęconego koncepcji przypadku.

Rękopis ten opatrzony przez autora tytułem *Uwagi o roli przypadku we fizyce* powstał w związku z odczytem, który został wygłoszony w Towarzystwie Filozoficznym w Krakowie dnia 1 marca 1917 r. Dokument ten obecnie znajduje się w zbiorach Biblioteki Jagiellońskiej (sygn. 9398 IV). Praca ta dotychczas była prawie nieznaną, o czym świadczą zapisy z jej udostępniania (wspomniał o niej okazjonalnie jedynie Władysław Krajewski ponad pół wieku temu). Dużą trudność sprawia sama forma rękopisu, nosząca ślady licznych, skreśleń, poprawek i uzupełnień. Żmudnego procesu opracowania rękopisu podjęła się p. Małgorzata Stawarz, która poddała również analizie filozoficzne znaczenie prac Smoluchowskiego na temat koncepcji przypadku (praca magisterska pt. „Zagadnienie obiektywizacji pojęć przypadku i prawdopodobieństwa w poglądach Mariana Smoluchowskiego”). Jest to jeden z pierwszych owoców pracy w ramach sekcji „Polska filozofia przyrody w I połowie XX w.” Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych (CKBI).



Marian Smoluchowski w Zakładzie Fizyki UJ

Wspomniany rękopis jest cennym dokumentem działalności naukowej Mariana Smoluchowskiego z ostatnich miesięcy jego przedwcześnie zakończonego życia. Rękopis ten pozwala pogłębić studia nad koncepcją przypadku u Smoluchowskiego, która wraz z rozważaniami H. Poincarégo stanowi pierwsze antycypacje pewnych idei teorii chaosu. Wspomnianą pracę można umieścić chronologicznie pomiędzy jego dwoma opublikowanymi artykułami o koncepcji przypadku¹. Wartość tego dokumentu

¹M. Smoluchowski, „Uwagi o pojęciu przypadku w zjawiskach fizycznych”, [w:] *Księga Pamiątkowa ku czci Bolesława Orzechowicza*, tom II, wydana nakładem Towarzystwa dla popierania nauki polskiej, Lwów 1916, ss. 445–458; M. Smoluchowski, „Über den Begriff des Zufalls und den Ursprung der Wahrscheinlichkeitsgesetze in der Physik”, *Die Naturwissenschaften*, 17 (1918), 253–263. Druga praca została później opublikowana w polskim tłumaczeniu, którego dokonał B. Gawecki: „O pojęciu przypadku i pochodzeniu praw Fizyki opartych na prawdopodobieństwie”, *Wiadomości Matematyczne*, t. 27 (1923), z. 2, ss. 27–52, opublikowana również w: *Pisma Marjana Smoluchowskiego wydane z polecenia Polskiej Akademii Umiejętności*, T. III, Kraków 1928, ss. 87–110.

wyływa stąd, że dostarcza on wielu nowych informacji o filozoficznych poglądach Smoluchowskiego. We wspomnianych opublikowanych artykułach – co typowe dla polskiego fizyka – refleksje natury filozoficznej są niezbyt rozbudowane, natomiast przemawiając do filozofów Smoluchowski – co rzadko spotykamy w jego twórczości – pokusił się o rozwinięcie wątków filozoficznych.

Na czym polegał problem, który poruszał Smoluchowski? Do ostatnich dekad XIX wieku dominowała w nauce subiektywistyczna koncepcja przypadku, która pojęcie to łączyła z brakiem odpowiedniej wiedzy u obserwatora prowadzącego pomiary procesów fizycznych. Jednakże prace nad kinetyczną teorią gazów, ukazały, że takie pojęcie przypadku jest nieodpowiednie na gruncie fizyki. Stąd na przełomie wieków pojawiła się krytyka dotychczasowych ujęć i próby obiektywizacji koncepcji przypadku. Dodatkowo sytuację komplikował fakt, że w filozoficznych ujęciach tego zagadnienia istniało jednak wiele rozbieżności nawet w fundamentalnych kwestiach tego, jak rozumieć czym jest przypadek i jakie własności można mu przypisać. Polski fizyk dostrzegał również liczne niejasności w podstawach rachunku prawdopodobieństwa, które brały się z braku odpowiedniej koncepcji przypadku – wpisywało się to w ówczesny nurt badań nad podstawami pojęciowymi matematyki i fizyki.

Pomysł Smoluchowskiego polegał na tym, aby zawęzić zagadnienie przypadku tylko do terenu fizyki i podać koncepcję pasującą do wymogów naukowego opisu świata. Stąd znany fizyk stanął przed zagadnieniem, jak pogodzić koncepcję przypadku, z tym, że rzeczywistością przyrodniczą rządzą prawa o charakterze deterministycznym. Z drugiej strony należało również wytłumaczyć, dlaczego możliwe jest odnajdywanie prawidłowości w przypadkowych zdarzeniach, co pomijała większość wcześniejszych ujęć.

Warto zauważyć, że już samo postawienie takiego problemu stanowiło ogromny przełom w refleksji nad przypadkiem. Był to krok, który pozwolił uwolnić się od dziedzictwa dziewiętnastowiecznych koncepcji metafizycznych i pozwolił prowadzić badania w kierunku wyjaśnienia przyczyn powstawania przypadku w przyrodzie. Drogę do tej refleksji co prawda otwarł przed Smoluchowskim Henri Poincaré oraz Johannes von Kries, lecz dopiero dzięki polskiemu uczonemu udało się m.in. pozbyć niepotrzebnych założeń i lepiej zrozumieć znaczenie filozoficzne przyjętych rozwiązań. Nie będę prezentował tutaj z braku miejsca samego rozwiązania Smoluchowskiego², proponuję skupić się na tych elementach, które decydują o wyjątkowym charakterze omawianej pracy.

Filozofujący fizycy są znani z kart historii nauki, dlaczego więc w przypadku Smoluchowskiego kwestia ta jest tak interesująca? Problem polega na tym, że słynny polski fizyk w początkach swej działalności stronił od filozofii, a jego stanowisko zbliżało się mocno do pozytywizmu. Stąd dużym zaskoczeniem jest fakt, że w drugiej dekadzie XX wieku Smoluchowski wyraźnie zmienił swe nastawie-

nie. Interesujące są zarówno przyczyny tej przemiany poglądów jak i same poglądy filozoficzne Smoluchowskiego. Sprawa jest o tyle ważna, że dotychczasowe interpretacje sprzed pół wieku przypisywały Smoluchowskiemu poglądy materialistyczne („nieuświadomiony materialista”) na bazie wątpliwych poszlak (w dodatku często niefilozoficznych). Wydaje się, że temu wybitnemu uczonemu – jak każdemu wielkiemu naukowcowi – trudno przypisać prostą filozoficzną „etykietkę”. Jego poglądy, choć skrywane, przy bliższym namyśle jawią się jako bardziej wyrafinowane od materializmu (choćby z racji jego krytycyzmu). Tak więc każda wzmianka o filozoficznych poglądach Smoluchowskiego ma dziś ogromne znaczenie.

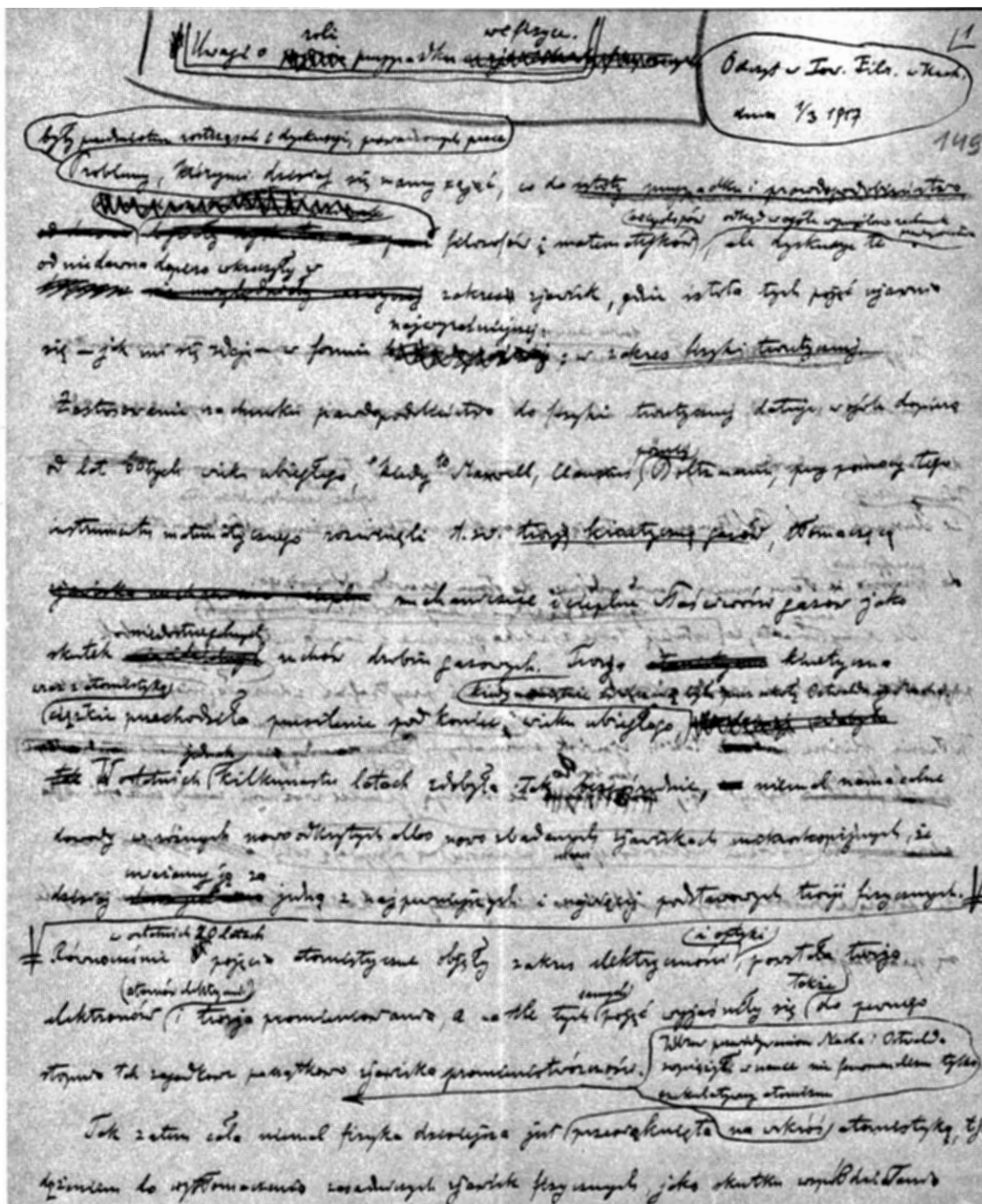
W rękopisie Smoluchowski ujawnia m.in. otwarcie swoje krytyczne nastawienie do koncepcji metanaukowych W. Ostwalda i E. Macha – krytykuje ostro ich pomysły wyrugowania z obrębu fizyki konstrukcji teoretycznych. Smoluchowski jest wszakże jednym z tych fizyków, którzy przełamali popularną na przełomie wieków doktrynę Macha. Interesujące jest to, że jedną z przyczyn tej zmiany, o której wspomina polski uczyony, były jego prace dotyczące pojęcia entropii, w których udało się połączyć to pojęcie z teorią kinetyczno-molekularną³.

Omawiany rękopis jest świadectwem pewnego etapu ewolucji postawy Smoluchowskiego, która zmieniała się wraz z kolejnymi jego sukcesami naukowymi związanymi z teorią kinetyczno-molekularną. O ile wczesne prace Smoluchowskiego są bardzo oszczędne w komentarze teoretyczne i dalekie od podejmowania wątków filozoficznych, o tyle prace późniejsze sukcesywnie przynoszą coraz śmielsze ujęcia teoretyczne, a następnie pojawiają się również refleksje natury filozoficznej. Wspomniany rękopis pokazuje, że pod koniec życia Smoluchowski odnajdywał w nauce nowe ujęcie klasycznych problemów filozoficznych (tutaj: problem przypadku). Patrząc pod tym kątem na jego działalność możemy dostrzec, że antycypował on styl filozofowania w obrębie nauki (*philosophy in science*), choć samo opracowanie metafizyczne tego stylu uprawiania filozofii zostało ukształtowane dopiero kilkadziesiąt lat później w Krakowie.

Dla dopełnienia obrazu Smoluchowskiego-filozofa warto zarysować kilka innych interesujących wątków filozoficznych, które odnajdujemy w omawianym rękopisie. Po pierwsze, jest to interesująca krytyka wcześniejszych koncepcji przypadku. Ujawnia ona, że Smoluchowski dobrze orientował się w tej rozległej problematyce filozoficznej – odwołuje się do różnych naukowców jak i filozofów (np. A. Meinong). Krytyczne uwagi polskiego uczonego po dziś dzień mają swą wartość w polemice z subiektywistyczną koncepcją przypadku w filozofii. Po drugie, znajdziemy również rozważania na temat statusu prawa wielkich liczb, co było przedmiotem ówczesnych kontrowersji. Smoluchowski podjął się również analizy różnic w oczekiwaniach w stosunku do koncepcji przypadku, które wysuwają filozofowie, matematycy i fizycy.

²Pisałem o tym w pracy: „Koncepcja przypadku w pismach Mariana Smoluchowskiego”.

³Więcej na ten temat zob. Armin Teske, *Marian Smoluchowski. Życie i twórczość*, PWN, Warszawa 1955.



Pierwsza strona omawianego rękopisu (za zgodą Biblioteki Jagiellońskiej)

Naszycowane tu informacje ukazują konieczność pogłębionej analizy filozoficznych poglądów Mariana Smoluchowskiego w świetle jego rękopisów. W związku z tym w Centrum Kopernika Badań Interdyscyplinarnych rozpoczęły się prace nad opracowaniem i filozoficzną analizą jego spuścizny. Dotychczasowe opracowania – w tym monografia, którą napisał Armin Teske – mimo iż niezwykle cenne, nie wyjaśniają wielu kluczowych aspektów filozoficznych twórczości Smoluchowskiego. W związku z tym w ramach Centrum Kopernika planowane jest w przyszłości wydanie publikacji po-

święconej filozoficznym poglądom Mariana Smoluchowskiego.

Na zakończenie zauważmy, że omawiany rękopis jest również cennym świadectwem życia intelektualnego w Krakowie w czasie I wojny światowej. Pokazuje on, że nawet mimo trudnych warunków wojennych toczył się tu owocny interdyscyplinarny dialog między fizykami i filozofami, tak charakterystyczny dla intelektualnego klimatu ówczesnego Krakowa. Praca Smoluchowskiego to świadectwo tego, że nawet w takich warunkach powstawały prace na światowym poziomie.

Dzisiaj drukujemy drugi wiersz fizyka-poety profesora Ryszarda Horodeckiego zarówno po polsku, *Rozważania o początku*, jak też i po angielsku, *Reflections on the Beginning*, w tłumaczeniu Jean Ward. Wiersz pochodzi z dwujęzycznego tomu wierszy „Sum ergo cogito (Impresje poetyckie Poetic Impressions)”, Wydawnictwo „Marpress” Gdańsk 2009.

Rozważania o początku

Co było na początku
 – Pan Sum zagląda do encyklopedii
 na początku był
 Bing-Bang
 to znaczy wielki wybuch
 materii
 więzionej w osobliwości
 Panu Sum
 który stawia na różnorodność
 pirotechniczna geneza uniwersum
 wydaje się
 nie dość jasna
 nietaktem jest pytać co było
 przed
 cóż dopiero wysnuć z eksplozji
 uśmiech Giocondy
 anioła stróża
 algebrę C z gwiazdką
 w ułamku sekundy
 z głowy Pana Sum
 jak Minerwa z Jowisza
 wylatuje
 continuum
 nieodpowiedzialnych kwestii
 teraz
 encyklopedia
 kurczy się do punktu
 i ciekawość
 zostaje sam na sam
 z Wielkim Nieznanym
 nie śmie pytać o imię
 mogłoby zabić
 jeszcze raz ryzykuje
 przyjmuje hipotezę roboczą
 jest Wielki Algorytm – Informacja
 warunek konieczny
 wszelkiego poznania
 doświadczenia
 źródło
 ukrytego porządku
 Platon Arystoteles
 także Akwinata
 przeczuwali istnienie
 głębszego poziomu
 jednakże zwodnicza pewność
 Hobbesa Comte’a i innych
 przesłoniła
 horyzont zdarzeń
 u progu tajemnicy

Reflections on the Beginning

What was in the beginning
 – Mr Sum turns to the encyclopaedia
 in the beginning was
 Big-Bang
 that is a great explosion
 of matter
 imprisoned in the inscrutable
 to Mr Sum
 who sets store by variety
 the pyrotechnic origin of the universe
 seems
 less than clear
 it would be tactless to ask what was there
 before
 let alone draw out of the explosion
 the Mona Lisa smile
 guardian angels
 C-star algebra
 in a fraction of a second
 out of the head of Mr Sum
 like Minerva out of Jove
 a continuum
 of irresponsible questions
 flies out
 now
 the encyclopaedia
 shrinks to a point
 and curiosity
 remains all alone
 with the Great Unknown
 he dares not ask its name
 it might kill
 once more he takes a risk
 he accepts a working hypothesis
 there is a Great Algorithm – Information
 the necessary condition
 of all cognition
 all experience
 the source
 of hidden order
 Plato Aristotle
 Aquinas too
 sensed the existence
 of a deeper level
 however the delusory certainty
 of Hobbes Comte and others
 veiled
 the horizon of events
 at the threshold of mystery

„Komputer w szkolnym laboratorium fizycznym”

Ogólnokrajowe Seminarium PTF

Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń 3–7.12.2008

Grzegorz Karwasz

Zakład Dydaktyki Fizyki, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń

Streszczenie: Artykuł omawia treści seminarium PTF/UMK „Komputer w szkolnym laboratorium fizycznym”, które odbyło się w Toruniu w dniach 3–7.12.2008 r. Przesłanki ku zastosowaniu komputerów w pomiarach naukowych i dydaktycznych są zarówno aparaturowe jak i metodologiczne – komputer pozwala nie tylko na lepszą statystykę pomiaru ale na obserwację zjawisk trudnych do badania metodami „ręcznymi”. W trakcie seminarium, również z udziałem gości zagranicznych przedstawiono ogólne zasady pomiarów sterowanych numerycznie, przykłady standardów komunikacji, praktyczne zastosowania, przykłady lekcji, jak również multimedia edukacyjne.

Computer in school laboratory – Polish Physical Society Seminar, Toruń 2008

Abstract: Contents of the Polish Physical Society Seminar „Computer in School laboratory”, UMK, Toruń 2008, are presented. The reasons of the use of computer control in research and didactical experiments are discussed – these are not only the better statistics but also the observation of processes impossible to trace by „eye” method. The seminar, held also with foreign lecturers allowed to show general basis of measurements controlled numerically, examples of interface standards, practical implementations, chosen lessons and also multimedia textbooks.

W kwestii komputeryzacji szkoły nie brakuje głosów krytycznych. Kilka lat temu, w miesięczniku pokładowym British Airways pojawił się artykuł podający zsumowane wielkości nakładów finansowych na nowe wersje komputerów i oprogramowania. Autor stwierdzał w konkluzji, że „najefektywniejszym środkiem technicznym w oświacie [angielskiej] pozostaje szkolny autobus”. Nawet na wydziałach fizyki wyższych uczelni, i to nie tylko w Anglii, nie brakuje głosów, że studenci powinni najpierw nauczyć się posługiwania suwmiarką i stoperem¹ a dopiero później automatycznymi systemami pomiarowymi („bo na komputerze to oni głównie przepisują”).

Tymczasem, większość procesów przemysłowych jest już kontrolowana przez komputery, które, jeśli źle zinterpretują przesłaną informację, potrafią spowodować eksplozję, nawet w elektrowni jądrowej². I nie jest to bynajmniej wyłącznie kwestia źle napisanej linii w programie komputerowym. Pierwsze szerzej stosowane systemy pomiarowe oparte były na zupełnie prymitywnych, w dzisiejszym ro-

zumieniu, mikrokomputerach – Commodore 4 i Sinclair ZX Spectrum. Najczęstszym powodem awarii w laboratorium bywała nie pomyłka komputera, ale źle ustawiony czytnik (= kółko zębate + fotodioda) położenia, błędny bit podany do zasilacza wysokiego napięcia lub źle dobrane czasy otwierania/zamykania zaworu iglicowego [1]. Dokładnie te same błędy można było popełnić przeprowadzając pomiary „ręcznie”. Co więcej, komputer jest znacznie dokładniejszy w otwieraniu zaworu niż ręka doktoranta. Komputer może ponadto prowadzić pomiary 24 godziny na dobę, czyli jest, pozornie, trzykrotnie wydajniejszy od doktoranta.

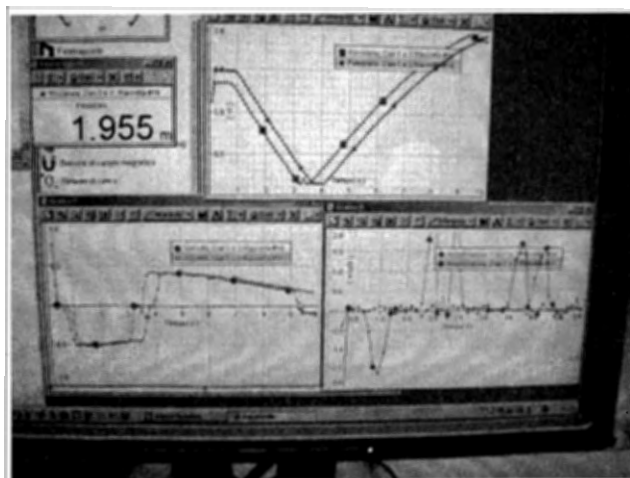
Wbrew pozorom, zastosowanie komputera daje jednak mniejsze korzyści, niż wynikałoby to z wyliczenia $24 \text{ h} = 3 \times 8 \text{ h}$. W przypadku komputera trudności wynikają głównie z konieczności zgrania wszystkich nieprzewidzianych parametrów a priori. Z tego powodu, komputerowy system pomiarowy to nie tylko komputer i gotowy program, lecz także źle podłączony kabel i wózek ustawiony

¹Ci sami wykładowcy nie postulują jednak używania ani abakusa ani suwaka logarytmicznego, które są (lub raczej były) urządzeniami bardzo pożytecznymi.

²Zaznaczmy jednak, że w przypadku eksplozji w Czarnobylu ekipa techniczna celowo wyłączyła automatyczny system sterujący, dla przeprowadzenia „ręcznie” testów bezpieczeństwa. W przypadku Apollo 13, wręcz przeciwnie, to ręczne sterowanie uratowało załogę.

na skosie, słabo zamocowane zderzaki itd. itp. Z drugiej strony trzeba dodać, że doświadczenia stanowiące awangardę fizyki, jak kondensacja Bosego–Einsteina [2] czy doświadczenia z akceleratorami, w ogóle nie mogłyby być sterowane przez człowieka.

Pozostaje jeszcze aspekt dydaktyczny. Komputer na tym samym wykresie przedstawia przebytą przez wózek drogę (z pomiaru położenia), jego prędkość (różniczkując przebytą drogę w poszczególnych odcinkach czasu) oraz przyspieszenie (jako drugą pochodną, lub z bezpośredniego pomiaru). Pochodna (i całka) staje się dla ucznia nie tylko abstrakcyjną operacją matematyczną, lecz także wielkością fizyczną ze wszystkimi niedokładnościami jej pomiaru. Nie mówiąc już o zupełnie abstrakcyjnym pojęciu jak „popęd”, będącym po prostu całką siły po czasie („zauważcie, że niezależnie od typu zderzaka zamontowanego do wózka, czy to sprężyny czy magnesu, pole pod krzywą $F(t)$ pozostaje takie same”).



Fot. 1. Komputerowy pomiar położenia, prędkości i przyspieszenia. Ruch wózka w teorii jednostajny – linia „prawie” prosta na wykresie $s(t)$, górny panel, jest spowalniany przez tarcie, co wyraźnie widać na wykresie $v(t)$ – lewy dolny panel. „Pomiar” przyspieszenia (dolny prawy panel) jako drugiej pochodnej położenia jest obciążony poważnymi błędami – pojawiają się dodatkowe piki, wynikające z błędów próbkowania.

Komputerowo sterowane doświadczenia, nie tylko z fizyki, mają więc cztery aspekty:

- 1) komputerowy – wybranego standardu pomiarowego i oprogramowania, w którym należy uruchomić odpowiedni „klawisz”,
- 2) fizyczny – czujnik, np. położenia, wykorzystuje określony proces fizyczny jak rozchodzenie się ultradźwięków,
- 3) elektroniczny – sygnał z czujnika, np. napięcie z czujnika piezoelektrycznego, jest odpowiednio wzmacniany i/lub zamieniany na sekwencję bitów przesyłanych do komputera,

³Seminarium było dofinansowane przez MNiSW w ramach grantu przyznanego dla PTF oraz przez Fundację Rozwoju Systemów Edukacji, w ramach grantu EEA „Teaching Physics in Secondary School”.

4) dydaktyczny – czyli umiejętność wyboru tych eksperymentów, które z komputerem są szybsze w wykonaniu i precyzyjniejsze w przekazie wiedzy.

Oczywiście, można sobie poradzić z doświadczeniem komputerowym na zasadzie „ustawić i nie ruszać!”, ale znacznie lepiej byłoby, aby nauczyciele dysponowali nieco bardziej szczegółową wiedzą, niż to jest na ogół, zarówno w dziedzinie elektroniki jak i standardów pomiarowych. I to był zasadniczy cel I Seminarium „Komputer w szkolnym laboratorium fizycznym” zorganizowanego w dniach 3–7 grudnia 2008 roku na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika wspólnie przez Oddział Toruński PTF i Zakład Dydaktyki Fizyki UMK w Toruniu³.

Do udziału w seminarium zaprosiliśmy nauczycieli, doradców metodycznych, naukowców fizyków, dydaktyków-pedagogów, elektroników-automatyków, przedstawicieli firm handlowych, studentów. Pięć dni wymiany opinii i warsztatów spotkały się z bardzo pozytywnym przyjęciem wszystkich słuchaczy. Nauczyciele mieli możliwość nie tylko posłuchania wykładów, ale przede wszystkim samodzielnego wypróbowania wszystkich udanych i nieudanych wariantów doświadczeń.



Fot. 2. W Seminarium toruńskim wzięło udział 60 uczestników. Jedynym ograniczeniem była liczba stanowisk pomiarowych. Stanowisko z mechaniką, wymagające współdziałania kilku „uczniów”, cieszyło się szczególnym zainteresowaniem.

Szczególne zainteresowanie wzbudziły wykłady plenarne – inauguracyjny wykład prof. Henryka Szydłowskiego (Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu) prekursora studenckich komputerowych laboratoriów z fizyki, prof. Bronisława Siemienieckiego, kierownika katedry Mediów w Edukacji na Wydziale Pedagogiki UMK, prof. Piotra Targowskiego z Instytutu Fizyki UMK i mgr Rossany Violi, doktorantki w zakresie dydaktyki fizyki (promotor prof. Marisa Michelini) z Uniwersytetu w Udine (Włochy). Większość z tych wykładów zawiera poniższy zbiór. Uzupełniają ten zbiór streszczenia wystąpienia mgr Anny Kamińskiej (Akademia Pomorska w Słup-

sku) i mgr Andrzeja Karbowskiego, doktorantów w zakresie dydaktyki fizyki na UMK. Prezentacje i inne materiały Seminarium znajdują się na stronie internetowej <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/komputery/>.

Drugie seminarium toruńskie odbędzie się ponownie na imieniny Kopernika, tj. między 2 a 6 grudnia 2009 roku w Instytucie Fizyki UMK, Toruń, Grudziądzka 5/7.

P.S. W marcu 2007 roku została powołana Komisja ZG PTF ds. szkolnych laboratoriów komputerowych z fizyki. Seminarium toruńskie jest jednym z wyników działań tej Komisji. Składam podziękowania wszystkim Koleżankom i Kolegom, w szczególności p. prof. Henrykowi Szydłowskiemu.

Literatura

- [1] Zob. np. A. Zecca, G. Karwasz, S. Oss, R. Grisenti, R.S. Brusa, „Total absolute cross sections for electron scattering on H_2O at intermediate energies”, *J. Phys. B* **20**, L133 (1986). Dane pomiarowe wyraźnie układają się w serie po 3–4 punkty, które były seriami w jednym ciągu automatycznego przestrajania energii.
- [2] Wytworzenie kondensatu Bosego–Einsteina wymaga synchronizacji 80 sygnałów napięciowych w przedziale czasowym 10 mikrosekund, W. Gawlik, M. Zawada, „Prace z kondensatem Bosego–Einsteina atomów rubidu w Krajowym Laboratorium Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej”, *Elektronika XLIX* (5), 6 (2008).

Pomiary wspomagane komputerowo

Henryk Szydłowski

Wydział Fizyki UAM, Poznań

Streszczenie: Przedstawiono cele i metody pomiarowe komputerowo wspomaganym doświadczeń w fizyce. Omówiono podstawy przetwarzania analogowo-cyfrowego, ogólną charakterystykę interfejsów, przykłady pomiarów elektrycznych. Wyniki pokazano na przykładzie prawa Faradaya indukcji elektromagnetycznej. Pokróćce opisano przykłady pomiarów innych wielkości fizycznych.

Computer-aided experiments

Abstract: The aims and methods of computer-aided experiments in physics are presented. Basis of the analog-digital conversion, general features of interfaces, examples of electrical measurements are discussed. In particular, the Faraday induction law is illustrated. Examples of the measurements, like distance via ultrasounds are discussed as well.

1. Wstęp

Komputery na dobre zawitały do Polski zaledwie przed około 30 laty. A dziś są już wszechobecne w badaniach naukowych, fabrykach, urzędach, w sklepach i w prywatnych domach. Stanowią konkurencję dla tradycyjnych książek, poczty, telefonii. Nawet zastępują kino i teatr oraz kolorowanki dla dzieci.

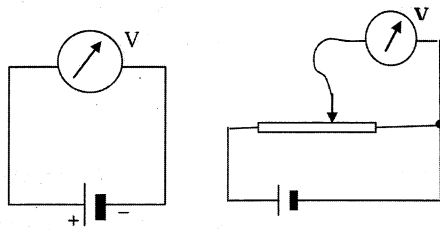
Warto jednak pamiętać, że wielka rewolucja informatyczna ma swoje źródło i początek w badaniach naukowych i wielkich programach badawczych typu podbój kosmosu czy budowa wielkich akceleratorów i zderzaczy. To wielkie programy podboju kosmosu przyczyniły się do szybkich postępów elektroniki opartej na półprzewodnikach, obwodach scalonych i doprowadziły do niezawodności sprzętu elektronicznego. Z kolei wielkie zderzacze cząstek elementarnych przyczyniły się do niebywałego rozwoju komputerowo wspomaganym techniki pomiarowej i

analizy danych. Powszechnie dziś używane strony www powstały w CERN-ie wraz z wielkim zderzaczem elektronów LEP, poprzednikiem uruchamianego obecnie wielkiego zderzacza hadronów LHC.

Praca zawiera podstawowe informacje niezbędne do komputerowo wspomaganego eksperymentu przyrodniczego.

2. Przetwarzanie analogowo-cyfrowe

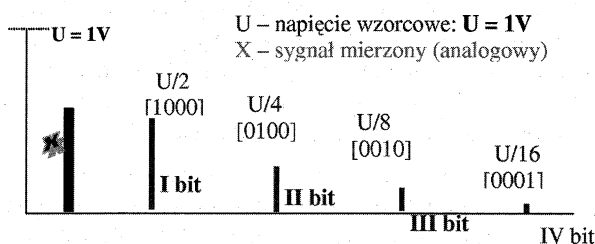
Tradycyjne przyrządy pomiarowe są przyrządami analogowymi, to znaczy takimi, których wskazania mogą zmieniać się w sposób ciągły, i można odczytać dowolnie dokładnie ich wskazania. Oczywiście w praktyce istnieje ograniczenie dokładności do najmniejszej działki na skali przyrządu (niepewność wzorcowania [1]). Wskazanie miernika analogowego nie jest „zrozumiałe” dla komputera i musi być przetransformowane na zapis cyfrowy stosowany w komputerach.



Rys. 1. Pomiar napięcia woltomierzem analogowym: a) pomiar napięcia ogniwa, b) pomiar napięcia zmienianego za pomocą potencjometru.

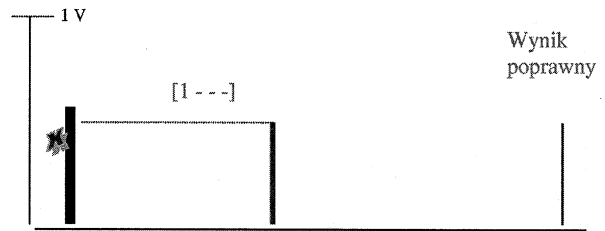
Sygnal napięcia mierzony woltomierzem jest sygnałem analogowym. Do przetwarzania tego sygnału służy elektroniczny przetwornik analogowo cyfrowy (a-c). Jego działanie wyjaśnimy na przykładzie przetwornika czterobitowego. Istota przetwarzania sprowadza się do porównania mierzonego sygnału z napięciem wzorcowym wytwarzanym przez przetwornik. Wzorcem jest napięcie jednego wolta oraz wartości odpowiadające ułamkowym częściom wolta: $1/2, 1/4, 1/8, \dots$, co ogólnie możemy zapisać w postaci $U/2^n$, gdzie $n = 1, 2, 3, \dots$ jest liczbą bitów. Te ułamkowe wartości napięcia w dalszym ciągu pracy nazwiemy roboczo wzorcami wtórnymi.

Rysunek 2 ilustruje przetwarzanie czterobitowe. Po lewej stronie cienką linią pionową zaznaczono napięcie wzorcowe o wartości $U = 1$ V. Czarną grubą linią oznaczono napięcie mierzone X . Kreską o wysokości $U/2$ oznaczono pierwszy wzorec wtórny o napięciu $U/2$. Ta wartość jest zakodowana cyfrą 1 w pierwszym bicie czterobitowego zapisu cyfrowego [1---]. Wartość mierzona napięcia dokładnie równa $U/2$ w zapisie cyfrowym wyrażałaby się w postaci [1000]. Druga kreska – o wysokości $U/4$ – oznacza drugi wzorec wtórny a zarazem drugi bit zapisu cyfrowego. Napięcie mierzone równie dokładnie $U/4$ zapisujemy w postaci [0100]. Podobnie napięcie $U/8$ odpowiadające trzeciemu bitowi zapiszemy w postaci [0010], a napięcie $U/16$ odpowiadające czwartemu bitowi w postaci [0001].



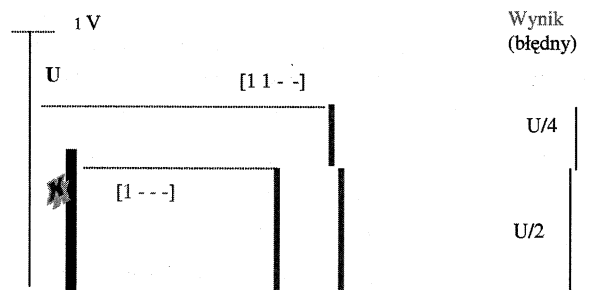
Rys. 2. Napięcia odpowiadające kolejnym bitom zapisu cyfrowego.

Pomiar napięcia X przebiega następująco: Wynik X jest porównywany z wtórnym wzorcem napięcia odpowiadającym $U/2$. Jeżeli zachodzi $X > U/2$, to pierwszemu bitowi przypisujemy wartość 1, jak na rysunku 3. Ten wynik ilustruje linia pionowa po prawej stronie rysunku.



Rys. 3. Ustalanie pierwszego bitu wyniku pomiarowego.

Po ustaleniu pierwszego bitu jest wytwarzany nowy wzorec równy sumarycznemu napięciu odpowiadającemu pierwszemu i drugiemu bitowi, czyli $U/2 + U/4$. Napięcie takie w zapisie cyfrowym ma postać [11--]. Jak widać na rysunku 4 zachodzi $X < U/2 + U/4$, co oznacza, że owo sumaryczne napięcie $U/2 + U/4$ jest za duże i wynik [11--] jest błędny. Wobec powyższego drugi bit ma wartość zero i nasz poprawny zapis pierwszych dwóch bitów jest następujący [10--].

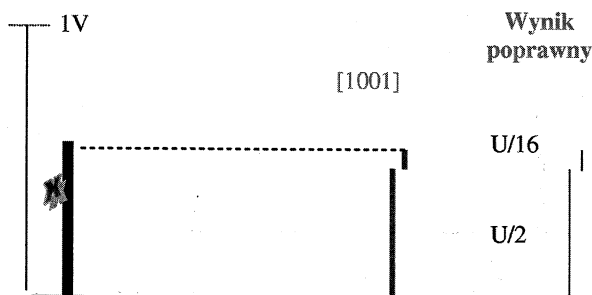


Rys. 4. Ustalenie drugiego bitu pomiaru napięcia X .

Trzeci bit ustalamy w podobny sposób dobierając w naszym przykładzie pomiaru napięcia nieznanego X wzorec równy sumarycznemu napięciu odpowiadającemu sumie sygnałów pierwszego i trzeciego wzorca wtórnego, czyli $U/2 + U/8$, co zapiszemy cyfrowo w postaci [101-]. W tym przypadku, podobnie jak dla drugiego bitu, zachodzi $X < U/2 + U/8$, co oznacza, że owo sumaryczne napięcie $U/2 + U/8$ jest za duże i tak zapisany wynik jest błędny. Jest to sytuacja podobna jak w przypadku drugiego bitu, wobec czego trzeci bit ma wartość zero i nasz poprawny trójbitowy zapis jest następujący: [100-].

W podobny sposób ustala się czwarty bit wyniku. Dobieramy wzorec równy sumarycznemu napięciu odpowiadającemu pierwszemu i czwartemu bitowi, tj. $U/2 + U/16$, czyli w zapisie cyfrowym jest [1001] (rys. 5). Teraz zachodzi $X > U/2 + U/16$, co oznacza, owo sumaryczne napięcie $U/2 + U/16$ nie przekracza wartości sygnału mierzonego, wobec czego czwarty bit ma wartość jeden i poprawny wynik pomiaru napięcia X w zapisie czterobitowym jest następujący: [1001].

W przypadku większej liczby bitów przetwarzanie zachodzi w podobny sposób. Zauważmy, że wynik cy-



Rys. 5. Ustalanie czwartego bitu wyniku pomiaru napięcia X .

frowy [1001] ma wartość nieco mniejszą od sygnału mierzonego. Gdyby wynik był dopasowany za pomocą przetwornika o większej liczbie bitów, wtedy dopasowanie byłoby lepsze. Jednak regułą jest, że wynik cyfrowy przybliża analogową wielkość mierzoną z dołu, czyli zawsze $X \geq [1001\text{---}]$. Ten błąd odpowiada niepewności wzorcowania, którą oznaczamy Δx i która nie przekracza najmniej znaczącego bitu:

$$\Delta x = 1/2^n,$$

gdzie $n = 1, 2, 3, \dots$ oznacza liczbę bitów wyniku cyfrowego. Poniżej podajemy wartości niepewności wzorcowania w zależności od liczby bitów przetwornika.

$n = 4$	$\Delta x = 0,0625 = 6,25\%$
$n = 8$	$\Delta x = 0,039 = 0,39\%$
$n = 12$	$\Delta x = 0,0024 = 0,024\%$
$n = 24$	$\Delta x = 0,00000006 = 6 \cdot 10^{-8} = 6 \cdot 10^{-6}\%$

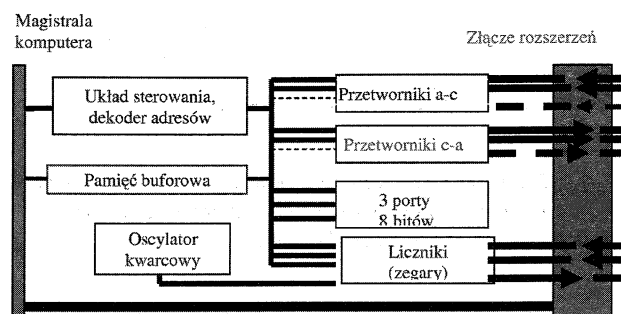
Tak więc dla przetwarzania czterobitowego niepewność nie przekracza 6,25%. Jednak takiego przetwarzania nie stosuje się w praktyce. Stosuje się przetworniki co najmniej 8-bitowe, dla których niepewność przetwarzania jest mniejsza od 0,39%, czyli mniejsza od dokładności wzorcowych mierników elektrycznych, dla których wynosi ona 0,5%. Nawet do celów dydaktycznych stosuje się obecnie przetworniki 12-bitowe, dla których niepewność wzorcowania jest rzędu ułameków promila.

Zauważmy jeszcze, że poza niepewnością wzorcowania występują również inne niepewności pomiarowe, na przykład statystyczny rozrzut wyników i związana z tym niepewność przypadkowa. Jednak analiza tych niepewności nie należy do tematu artykułu.

3. Interfejsy pomiarowe [2]

Na rysunku 6 pokazano schemat budowy interfejsu równoległego, czyli takiego, który jest łączony wprost z magistralą komputera za pomocą złącza równoległego (około 50 przewodów). Na rysunku pokazano zasadnicze elementy wchodzące w skład takiego interfejsu. W poprzednim paragrafie omawialiśmy tylko jeden element – przetwornik analogowo-cyfrowy (a-c). Na rysunku 6 zaznaczono symbolicznie linią ciągłą dwa równoległe kanały pomiarowe, co oznacza możliwość niemal równoległego pomiaru dwóch wielkości. W rzeczywistości kana-

łów takich może być wiele, ale najczęściej w interfejsach przeznaczonych do celów dydaktycznych są cztery.



Rys. 6. Schemat budowy równoległego interfejsu z przetwornikami a-c i c-a.

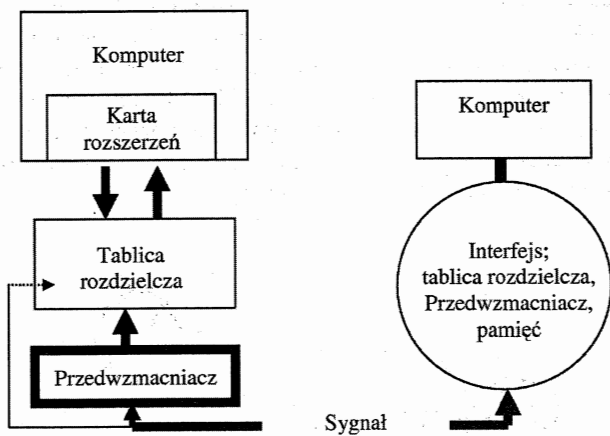
Drugim istotnym elementem stanowiącym nowość w stosunku do wszystkich tradycyjnych przyrządów pomiarowych jest obecność oscylatora kwarcowego i liczników (zegarów), które spełniają między innymi funkcje sekundomierza. Za pomocą takiego interfejsu zawsze obok wielkości mierzonej mierzy się czas liczony od chwili startu, w którym dokonano pierwszego pomiaru. Oczywiście takiej możliwości nie dają tradycyjne mierniki elektryczne. Poza tymi podstawowymi elementami w interfejsie wbudowane są: układ sterowania regulujący pomiary i przekazywanie wyników do komputera, oraz tak zwana pamięć buforowa przechowująca wyniki do czasu przekazania ich do magistrali komputera.

Wreszcie interfejs posiada jeszcze jeden element – przetwornik cyfrowo-analogowy. Ten element pozwala w oparciu o program komputerowy wygenerować sygnał analogowego napięcia o dowolne wartości w granicach ograniczonych jego technicznymi własnościami.

Interfejsy zazwyczaj pozwalają generować sygnały o wartości nie przekraczającej 5 V. Podobne ograniczenie dotyczy sygnału pomiarowego. Możliwości pomiarowe nie są jednak ograniczone do tego zakresu, ponieważ współczesna elektronika umożliwia precyzyjne wzmacnianie mierzonego sygnału o bardzo małych wartościach o wiele rzędów wielkości na przykład 100-krotne. Napięcia większe od 5 V można obniżyć również bardzo precyzyjnie przez zastosowanie dzielników napięć.

Poza omówionymi tu interfejsami równoległymi niemal od początku budowano interfejsy szeregowo podłączone do portu szeregowego komputera. W równoległych cały interfejs był umiejscowiony w obudowie komputera, a na zewnątrz była tylko tablica rozdzielcza do której można podłączyć kabelki stosowane w połączeniach tradycyjnych obwodów elektrycznych w laboratoriach studenckich. Również przedwzmacniacz był budowany jako oddzielny przyrząd. W interfejsach szeregowych, jak to pokazano na rysunku 7, wszystkie elementy znajdują się we wspólnej obudowie i taki interfejs jest łączony do szeregowego złącza komputera. Wadą połączenia szeregowego

jest nieco wolniejsze przekazywanie wyników pomiarowych do komputera.

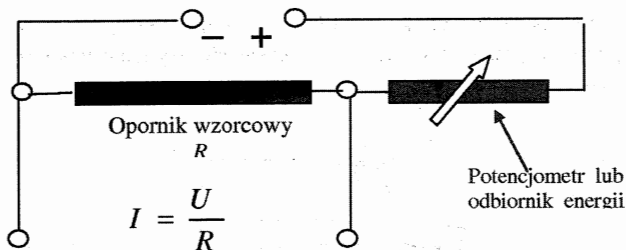


Rys. 7. Łączenie interfejsów pomiarowych z komputerem. Interfejs równoległy jest budowany w postaci karty rozszerzeń montowanej wewnątrz obudowy komputera. W interfejsie szeregowym wszystkie elementy znajdują się w oddzielnej obudowie na zewnątrz komputera.

Interfejsy pomiarowe mają jednak jedną wadę. Wszystkie kanały pomiarowe mają wspólny punkt połączony z obudową komputera (uziemiaenie). W niektórych pomiarach stanowi to poważne utrudnienie, które w pewnych zastosowaniach można ominąć.

4. Pomiary wielkości elektrycznych [3]

Z dotychczasowych rozważań wiemy, że komputer zaopatrzony w interfejs pomiarowy mierzy bezpośrednio napięcie elektryczne U . Natężenie prądu I możemy mierzyć pośrednio korzystając z prawa Ohma. W tym celu w szeregu z odbiornikiem energii włączamy opornik wzorcowy o dobrze znanym oporze elektrycznym R jak na rysunku 8.



Rys. 8. Ilustracja zasady mierzenia natężenia prądu elektrycznego.

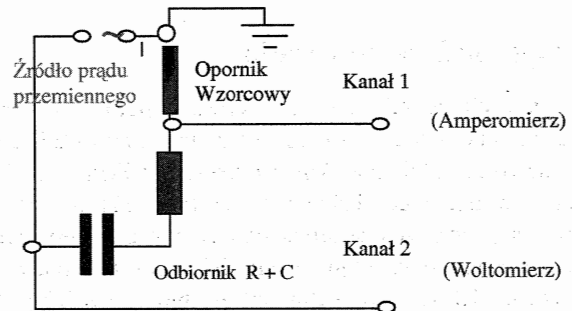
Natężenie prądu wyraża się wzorem

$$I = \frac{U}{R}$$

Oczywiście przeliczanie dla każdego wykonanego pomiaru możemy wykonać za pomocą komputera, a nawet obliczenia te możemy włączyć do programu komputera

obsługującego pomiar i wtedy wyniki pomiarów są wyświetlane w jednostkach natężenia prądu.

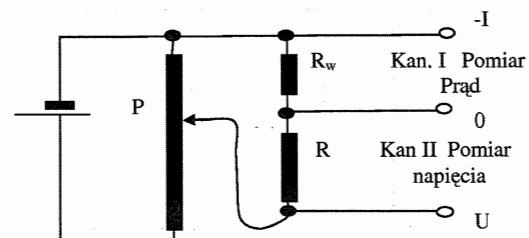
Dzięki temu, że interfejsy pomiarowe mają kilka kanałów pomiarowych, możemy mierzyć równocześnie zarówno napięcie, jak i natężenie prądu w odbiorniku energii. Stosujemy w tym celu układ pokazany na rysunku 9.



Rys. 9. Ilustracja sposobu równoczesnego pomiaru napięcia i natężenia prądu płynącego przez odbiornik (w tym przypadku szeregowo połączony opornik i kondensator).

Pomiar wielkości elektrycznych za pomocą zestawu komputerowego ma jeszcze jedną cenną zaletę. Poza wartościami wielkości elektrycznych mierzy czas, a pomiary wszystkich wielkości powtarza w odstępach czasu wybranych przez eksperymentatora. Zatem pozwala, i niejako wymusza, śledzenie (i wykreślanie) zmian wielkości mierzonych w czasie. Na ekranie monitora, jak na oscyloskopie można obserwować czasowy przebieg napięcia i natężenia prądu. Doskonale nadaje się do badania obwodów prądu przemiennego. Na przykład może uwidaczniać względne przesunięcie fazowe napięcia i natężenia prądu.

Bardzo cenne jest i to, że można przetwarzać wyniki pomiarowe. Na przykład w celu „sprawdzenia” prawa Ohma budujemy układ pokazany na rysunku 10. W obwodzie tym natężenie prądu płynącego przez opornik badany R mierzymy pośrednio ze spadku napięcia na oporniku wzorcowym R_w , a napięcie przyłożone do opornika R jako spadek napięcia na tym właśnie badanym oporniku R .



Rys. 10. Układ połączeń do wspomaganego komputerowo badania prawa Ohma.

Doświadczenie polega na wykonaniu pomiarów w czasie trwania przesuwania suwaka potencjometru. Otrzymamy

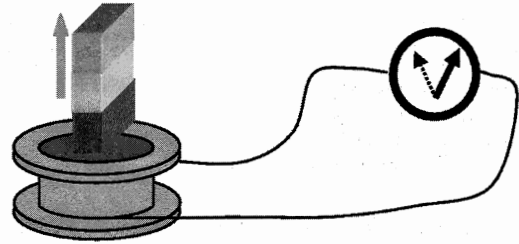
tabele wyników pomiarowych trzech wielkości: czasu napełnienia prądu i napięcia. Zakładamy, że do układu pomiarowego przyłączamy zacisk połączony z masą (uziemiony) do wyjścia oznaczonego na rysunku jako 0, a zaciski pomiarowe odpowiednio do $-I$ oraz U . Zgodnie z oznaczeniem wartości prądu będą ujemne. Wystarczy wtedy wykonać wykres zależności $U(-I)$. Jest on wykresem prawa Ohma.

5. Doświadczenie Faradaya

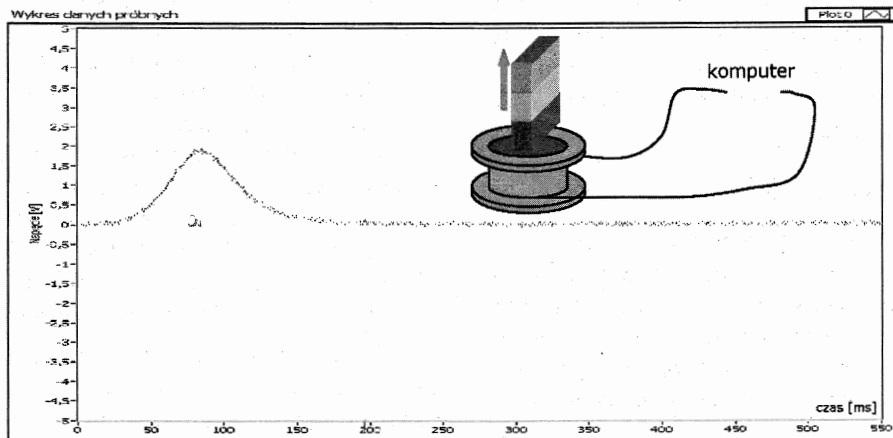
Korzyści wynikające z zastosowania pomiarów wspomaganych komputerowo zilustrujemy przez przykład badania zjawiska indukcji elektromagnetycznej Faradaya. Klasyczna wersja tego doświadczenia (rys. 11) polega na obserwacji wychylenia galwanometru połączonego szeregowo z cewką przy wyjmowaniu, lub wsuwaniu magnesu do cewki. Efekt tego ruchu jest trudno zauważalny, bo wychylenie galwanometru jest bardzo krótkotrwałe i zazwyczaj małe. Takie samo wychylenie często jest spowodowane drganiem stołu (uderzenie).

W przypadku gdy woltomierz zastąpimy zestawem komputerowym, w czasie ruchu magnesu otrzymujemy

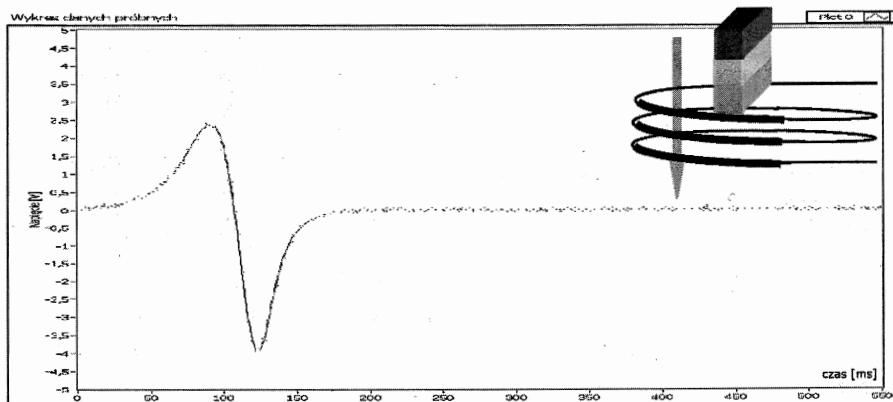
około 2000 pomiarów indukowanej siły elektromotorycznej (napięcia) i czasu. Wyniki te, dostępne również w postaci tabelarycznej, możemy nanieść na wykres zależności napięcia od czasu i otrzymamy wynik pokazany na rysunku 12. Na rysunku 13 przedstawiono podobne wyniki uzyskane w przypadku przelotu (spadku swobodnego) magnesu przez cewkę. Na wykresie widać skutki wzrastania prędkości magnesu w czasie: sygnał indukowany w czasie wchodzenia magnesu do cewki jest szerszy i niższy, niż wtedy, gdy magnes opuszcza cewkę.



Rys. 11. Tradycyjne doświadczenie indukowania prądu w cewce wskutek ruchu magnesu.



Rys. 12. Wyniki pomiaru napięcia w cewce, wykonane przy wysuwaniu magnesu z cewki, wykonane za pomocą zestawu wspomagane komputerowo. Każdy punkt na wykresie jest wynikiem pomiarowym, a samą graficzną prezentację uzyskano również na komputerze.



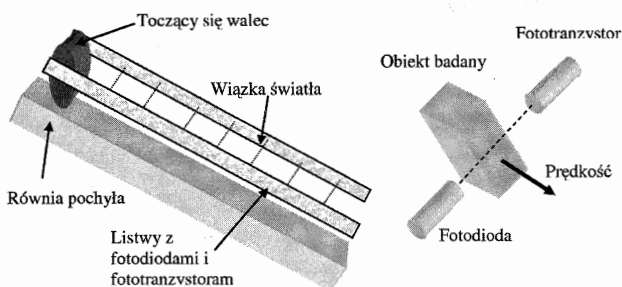
Rys. 13. Wyniki pomiaru napięcia indukowanego w czasie przelotu magnesu przez cewkę.

6. Pomiar innych wielkości fizycznych

W celu zmierzenia wielkości nieelektrycznych trzeba stosować przetworniki, które przetworzą wielkość mierzoną na napięcie elektryczne. W niektórych przypadkach jest to bardzo proste. Na przykład mikrofon przetwarza falę akustyczną na napięcie. Podobnie fotodioda lub fototranzystor pozwala przetworzyć światło na napięcie. Dysponując takimi przetwornikami wystarczy jedynie dokonać wzorcowania, to znaczy określenia przelicznika, który pozwala obliczyć wartość liczbową mierzonej wielkości z wartości napięcia wskazanego przez zestaw komputerowy. Dla niektórych wielkości na przykład dla fali akustycznej czy natężenia światła jest to dość trudnym zadaniem, ale na szczęście często wystarczą nam pomiary względne. Istnieje możliwość zakupu gotowych wzorcowanych czujników przeznaczonych do celów dydaktycznych.

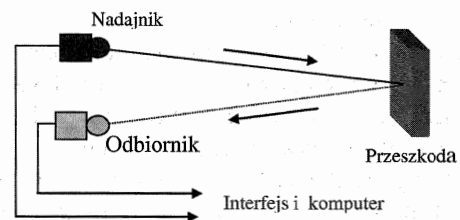
Niektóre przetworniki znalazły już szerokie zastosowania techniczne. Na przykład do pomiaru masy (a raczej ciężaru) praktycznie nie stosuje się już wag szalkowych, lecz wagi, w których siłę działającą na szalkę przetwarza się na sygnał elektryczny za pomocą przetworników piezoelektrycznych, a wynik pomiaru odczytuje się na wyświetlaczu. Te same przetworniki można wykorzystać do pomiaru siły.

Jednym z trudniejszych jest pomiar położenia. Stosuje się tu różne rozwiązania techniczne. Tradycyjnym sposobem jest stosowanie bramek świetlnych. Zasadę pokazano na rysunku 14. Pojedyncza bramka składa się z diody świecącej i fototranzystora. W stanie gotowości dioda świeci, a tranzystor odbiera sygnał z diody. W chwili przesłonięcia wiązki światła tranzystor nie rejestruje sygnału. Zarówno przesłonięcie wiązki, jak i jej odsłonięcie wykorzystuje się jako sygnał do pomiaru czasu. Wzdłuż toru ruchu wózka, lub toczenia się kulki ustawia się kilka takich bramek, otrzymując przynajmniej tyle wyników pomiarowych ile bramek zastosowano. Położenie bramek i ich wzajemne odległości trzeba zmierzyć w sposób tradycyjny, a zestaw komputerowy służy tylko do pomiaru czasu. Wadą tego rozwiązania jest nieelastyczność zestawu, który może służyć do ograniczonej liczby celów. Ponadto w ten sposób otrzymuje się małą liczbę wyników pomiarowych.



Rys. 14. Schemat budowy zestawu do badania ruchu za pomocą bramek świetlnych (strona lewa) oraz budowa pojedynczej bramki (strona prawa).

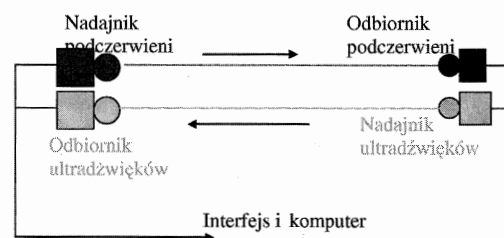
Lepszym rozwiązaniem są ultradźwiękowe czujniki położenia. Budowę czujnika odbiciowego pokazano na rysunku 15. Nadajnik ultradźwiękowy generuje impulsy fal ultradźwiękowych w równych odstępach czasu. Fala odbija się od przeszkody i wraca do odbiornika. Zestaw komputerowy mierzy czas upływający od chwili wysłania sygnału do jego powrotu. Znając prędkość fali ultradźwiękowej można obliczyć odległość przeszkody od nadajnika. Wadą czujnika jest konieczność stosowania przeszkód o dużych rozmiarach. Przeszkodą jest obiekt, którego ruch badamy. Na przykład wózek zaopatrzony w pionowo ustawioną przesłonę. Czujnik odbiciowy bywa nazywany czujnikiem jednoczęściowym, ponieważ nadajnik i odbiornik znajduje się w jednej obudowie.



Rys. 15. Zasada działania odbiciowego czujnika położenia.

Praktyczniejszy w użyciu jest dwuczęściowy czujnik położenia, pokazany na rysunku 16. Nazwa pochodzi stąd, że składa się on z dwóch części. W jednej obudowie, połączonej z komputerem znajduje się nadajnik podczerwieni i odbiornik ultradźwięków, a w drugiej – odbiornik podczerwieni i nadajnik ultradźwięków. Tę drugą część trzeba zamocować do obiektu, którego ruch badamy. Zasada działania czujnika jest następująca. Nadajnik wysyła wiązkę światła podczerwonego. Moment odbioru tej wiązki przez odbiornik podczerwieni jest sygnałem startowym dla nadajnika ultradźwiękowego. Mierzony jest czas od chwili startu generatora podczerwieni do odbioru fali ultradźwiękowej przez odbiornik ultradźwiękowy. Odległość jest obliczana w podobny sposób jak w przypadku czujnika jednoczęściowego. Zaniedbuje się czas przelotu światła, co jest uzasadnione bardzo dużą szybkością światła (300 000 km/s) w stosunku do prędkości fali ultradźwiękowej (rzędu 0,3 km/s).

Ultradźwiękowe czujniki położenia stosowane w zestawie COACH wykonują 200 pomiarów w czasie ustalonym.



Rys. 16. Zasada działania dwuczęściowego ultradźwiękowego czujnika położenia.

nym przez użytkownika: od ułamków sekund do godzin, czy dni.

7. Uwagi końcowe

Z uwagi na obniżanie rangi przedmiotów przyrodniczych przypomnijmy w kilku zdaniach znaczenie takiego przedmiotu.

Fizyka z astronomią w jeszcze większym stopniu niż matematyka stanowi jedną spójną całość obejmującą wiedzę od cząstek elementarnych po cały kosmos. Nieoppanowanie jednego zagadnienia uniemożliwia sukces nauczania innych tematów w większym stopniu niż w matematyce. Z tego powodu na nauczanie fizyki z astronomią należałoby przeznaczyć bardzo dużo czasu, a redukcja liczby godzin do jednej tygodniowo uniemożliwia opanowanie tej wiedzy nawet geniuszom.

Fizyka jest podstawą wszystkich nauk technicznych, jej znajomość jest konieczna dla przyszłych lekarzy, a jej wyniki znajdują zastosowanie w innych naukach począwszy od nauk przyrodniczych aż po filozofię.

Dodajmy jeszcze, że brak wiedzy fizycznej jest jedną z ważnych przyczyn szerzenia się tak zwanej paranauki tak szkodliwej dla zdrowia (paramedycyna) czy zachowania poszczególnych ludzi (horoskopy, wróżby, radiestezja itp.). Jest więc główną przeszkodą w tworzeniu w społeczeństwie poglądu na świat zgodnego ze współczesną wiedzą.

W nauczaniu fizyki istnieje możliwość najwzrostniejszego wykorzystania komputera jako źródła informacji, do prezentacji multimedialnych, zastosowań pomiarowych i przetwarzania danych. We wszystkich innych przedmiotach komputer znajduje mniejsze zastosowania. Z tego powodu nauczanie informatyki i fizyki z astronomią w szkole powinno być bardzo ściśle powiązane.

Kiedy na przełomie lat 80-tych i 90-tych w Poznaniu tworzyliśmy pierwsze Fizyczne Laboratorium Mikrokomputerowe myślałem, że w ciągu 10 do 20 lat techniczna rewolucja komputerowa zmieni oblicze wszystkich fizycznych laboratoriów studenckich i szkolnych z trzech zasadniczych powodów:

1. Ze względu na powszechne stosowanie komputerów w gospodarce, przemyśle i w życiu codziennym.

2. Wspomagane komputerowo pomiary dają w krótszym czasie dokładniejsze wyniki nadające się do szybkiego komputerowego przetwarzania.

3. Zestawy doświadczalne wspomagane komputerowo będą o wiele tańsze i lepsze od tradycyjnych.

Niestety tak się nie stało. Informatyka jest oddzielnym dość hermetycznym przedmiotem nauczania szkolnego. Stracono wiele środków przeznaczonych na dokształcanie nauczycieli informatyki, przy okazji zmiany nazwy przedmiotu z informatyki na technologię informacyjną itp.

Nie kontynuowano nieśmiałej próby tworzenia mikrokomputerowych pomiarów przyrodniczych w szkołach średnich i nie dokształcano nauczycieli fizyki w zakresie umiejętności wykorzystania komputera do pomiarów fizycznych.

Z tego powodu byłem i jestem przekonany, że kształcenie informatyczne powinno być ściśle związane z kształceniem z dziedziny fizyki, co ubogaciłoby samą informatykę o fizyczne, techniczne i matematyczne zastosowania komputerów.

W najbliższych latach możemy oczekiwać nowych wyzwań dydaktycznych związanych z możliwością wykonywania pomiarów za pośrednictwem Internetu. Już teraz trzeba budować przystosowane do tego celu zestawy doświadczalne. Internauta może wykonać takie doświadczenie i obserwować zachodzące procesy za pomocą kamery internetowej. Otrzymuje wyniki pomiarowe zbierane przez serwer i może je przetwarzać w dowolny sposób. Trzeba pomyśleć o sposobach wykorzystania tej możliwości technicznej w nauczaniu fizyki.

Podjęto również próby innego sposobu wykorzystania Internetu w nauczanie eksperymentowania fizycznego w systemie Praktikus [4] ukierunkowanym na samodzielną pracę eksperymentalną internauty.

Literatura

- [1] Henryk Szydłowski, *Niepewności w pomiarach; międzynarodowe standardy w praktyce* (Wyd. Nauk. UAM, Poznań 2001).
- [2] A. Ellermeijer i współpracownicy, *Instrukcje techniczne i opisy aparatury* Wydawane przez Center of Microcomputer Applications Uniwersytetu w Amsterdamie.
- [3] Henryk Szydłowski, *Pracownia fizyczna wspomagana komputerem* (Wyd. Nauk PWN, Warszawa 2003).
- [4] Mariusz Chodór, Henryk Szydłowski, „Internetowy system Praktikus do nauczania fizyki”, *Fizyka w Szkole*, nr 6 (2007), s. 21.

Rozszerzenie zmysłów poprzez komputer – pomiary termiczne, optyczne i elektryczne

Mario Gervasio, Marisa Michelini, Rossana Viola

Research Unit in Physics Education, University of Udine, Italy

Streszczenie: Przesłanki użycia komputera w szkolnym laboratorium są rozliczne, poczynając od uwarunkowań społecznych współczesnego świata po powody aparaturowe. Przedstawiono przykłady zastosowania komputera w trzech gałęziach fizyki: 1. czteropunktowy pomiar temperatury w funkcji czasu, 2. pomiar natężenia światła w funkcji położenia w zjawisku dyfrakcji i 3. pomiar oporu elektrycznego nadprzewodników w funkcji temperatury za pomocą metody czterech punktów. Pomiary przeprowadzane były za pomocą sondy konstrukcji Uniwersytetu w Udine.

Expanding our senses by computer – thermal, optical and electrical measurements

Abstract: The reasons to use the computer in school laboratories are discussed, starting from social demand and ending on technical advantages. Three examples of the use of computer at school experiments are shown – variations of temperature vs. time by four point gauge, measurements of the light intensity vs. position in a diffraction experiment, dependence of resistance in superconductors vs. temperature. Measurements were done with the use of a system constructed at the University of Udine.

1. Znaczenie czujników on-line w szkolnym laboratorium

Społeczne, metodologiczno-dyscyplinarne i praktyczne powody przemawiają za użyciem komputerów w szkolnym laboratorium, gdyż:

- ▶ Nasze życie codzienne jest całkowicie skomputeryzowane, staje się zatem ważne ze społecznego punktu widzenia przygotowanie studentów do korzystania z metod i narzędzi technologii informacyjnej.
- ▶ W laboratoriach naukowych komputery zarządzają danymi i są nierozłączną (integralną) częścią badań naukowych. Eksperymenty on-line pozwalają studentom poznać metody badawcze fizyki.
- ▶ Na poziomie praktycznym, doświadczenia on-line oferują skuteczność, wydajność, oszczędność czasu, niezawodność, precyzję i powtarzalność wyników pomiarów. Co więcej, pozwalają one natychmiastowo i bezpośrednio zapoznać się z przebiegiem zjawiska fizycznego dzięki następującym możliwościom:
 - obserwacja zdarzeń o wiele szybszych i wolniejszych niż pozwala na to mierzenie „ręczne”
 - pomiary w niedostępnych miejscach
 - łatwiejsze gromadzenie danych, pozwalające na porównanie wyników na diagramach i wykresach, poszukiwanie charakterystyk i różnych informacji o analizowanych systemach (np. energetycznych)

- badanie procesów nieliniowych dzięki szybkiemu pobieraniu danych; jest to niemożliwe w tradycyjnym laboratorium, gdzie pomiary wykonuje się w początkowym i końcowym stanie równowagi; pozwala to na porównanie danych doświadczalnych i modeli teoretycznych.

Powyższe możliwości czynią przeprowadzanie doświadczeń w szkole bliższymi rzeczywistości, a przez to bardziej interesującymi i stymulującymi. Doświadczenia on-line pozwalają na:

- oszczędność czasu i dobrą powtarzalność pomiarów, przez co jest możliwe skupienie uwagi na uzyskiwanych wynikach i na planowaniu eksperymentu
- gromadzenie dużej ilości danych pozwalające na użycie metod statystycznych
- skupienie uwagi na pojęciowym aspekcie procedury pomiaru, tj. ustawieniu i kalibracji systemu, wybieganiu czasu pomiaru, czułości, rozdzielczości itp.
- śledzenie w czasie rzeczywistym ewolucji zjawiska, co pobudza uczniów do szukania interpretacji oraz wspólnej dyskusji
- zastosowanie funkcji kontroli eksperymentu, co pozwala na poznanie takich pojęć, jak sprzężenie zwrotne, stabilność, nieliniowość; pojęcia te są wprowadzeniem do automatyzacji procesów.

Oczywiście, doświadczenia on-line nie mogą i nie muszą być jedynym tylko sposobem przeprowadzania doświadczeń laboratoryjnych.

2. Czujniki USB jako propozycja rozszerzenia zmysłów

Skuteczne dydaktycznie pomiary on-line w laboratoriach szkolnych, szczególnie na niższym poziomie nauczania (12–16 lat), wymagają używania prostych systemów, składających się z czujników połączonych bezpośrednio do komputera za pomocą portu USB. Zazwyczaj oprogramowanie oferuje kilka opcji i użytkownik może dokonać np. kalibracji czujnika, włączyć pomiar, zarządzać plikami, ustawiać czas próbkowania, wybierać liczbę użytych czujników, ustalać skale wykresów itd. Przedstawimy poniżej 3 przykłady systemów do pomiarów zjawisk termicznych, optycznych i elektrycznych.

3. Pomiary temperatury w czasie rzeczywistym za pomocą układu TERMOCRONO

Termocrono to układ on-line umożliwiający pomiary temperatury w czasie rzeczywistym za pomocą czterech czujników. Pozwala on na śledzenie nie tylko stanów ustalonych ale i procesów termodynamicznych. Podłączenie do komputera zrealizowane jest za pomocą portu USB. System pomiarowy składa się z części sprzętowej i programu.

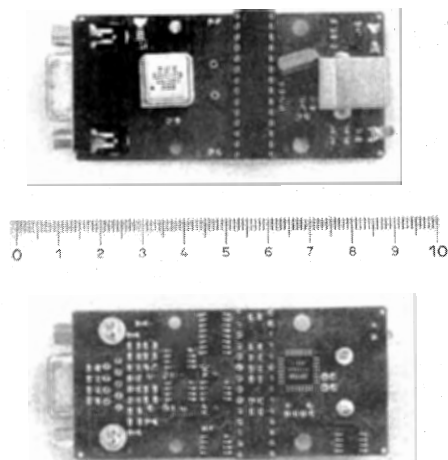
Część sprzętowa zawiera układ do zbierania danych oraz układ konwersji analogowo-cyfrowej. Pomiar temperatury jest oparty na mierzeniu wstecznego prądu nasycenia diody germanowej spolaryzowanej zaporowo. Opór diody germanowej spolaryzowanej zaporowo zależy silnie od temperatury. Konwersja jest typu prądowo-czasowego i wykorzystuje dokładność komputerowego oscylatora kwarcowego.

Prąd płynący przez każdą z diod (z tego samego zasilania komputera) ładuje kondensator podłączony do komparatora napięcia, który reaguje na zadaną minimalną i maksymalną wartość napięcia. Generator monostabilny wytwarza falę prostokątną, począwszy od momentu, w którym została zarejestrowana zadaną minimalną wartość napięcia, aż do momentu, w którym zarejestrowano maksymalną wartość napięcia. W ten sposób czas, przez jaki jest generowana fala, zależy od czasu ładowania się kondensatora, ten zaś od oporu diody w momencie pomiaru (zgodnie ze wzorem na stałą czasową $\tau = RC$).

Czas trwania fali prostokątnej jest mierzony za pomocą oscylatora kwarcowego (16 MHz) – zliczana jest liczba impulsów fali. Liczba ta zależy bezpośrednio od temperatury diody. Licznik impulsów jest 32-bitowy; 22-gi bit (tj. 4 194 303 zliczeń) przerywa pomiar: powyżej tej wartości czujnik może pracować niepoprawnie. Karta interfejsu, używająca mikrokontrolera 18F252 firmy Microchip Technology, jest użyta do czytania w tym samym czasie czterech zliczeń z czterech niezależnych czujników. Zliczenia są przesyłane do komputera przez port USB przy użyciu dekodującego modułu FT245BM.

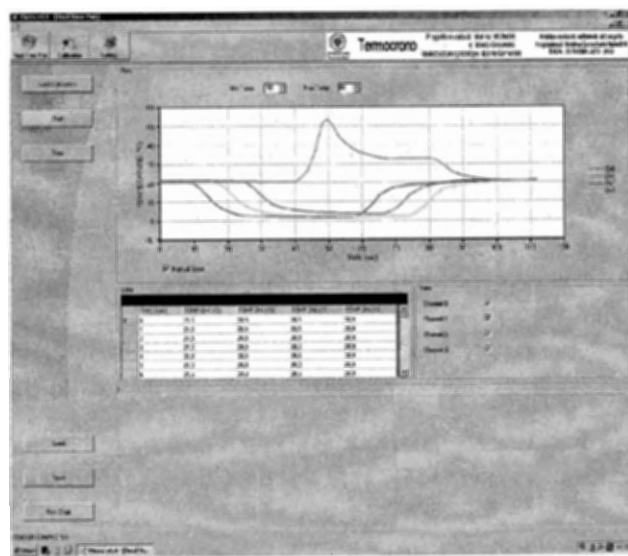
Rysunek 1 pokazuje układ znajdujący się w małym pudełku (9 cm × 4 cm × 1,5 cm). Diodowe czujniki temperaturowe są połączone do czterech kabli bipolarnych (o długości 2 m), które są podłączone do pudełka przez

jeden tylko łącznik. Cztery czujniki mogą być użyte także niezależnie.



Rys. 1. Układ do wykrywania sygnałów i konwerter analogowo-cyfrowy nabyty przez Termocrono

Rysunek 2 pokazuje interfejs użytkownika: umożliwia on wizualizację w tym samym czasie wykresu danych z jednego lub wszystkich czujników. Skala wykresów może być dynamiczna lub zadana. Specyficzna funkcja układu pozwala na kalibrację przez porównanie z innym termometrem w minimalnej (2) i maksymalnej (15) liczbie termicznie równowagowych stanów. Wartości temperatury są wyznaczane przez układ poprzez dopasowanie pomiędzy punktami kalibracji, przy zastosowaniu regresji nieliniowej.



Rys. 2. Interfejs użytkownika oprogramowania układu Termocrono

Zakres pomiarowy układu wynosi $[-10^{\circ}\text{C}, +100^{\circ}\text{C}]$, czułość: $0,1^{\circ}\text{C}$, dokładność pomiaru: $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$. Każda grupa

czujników wymaga kalibracji przed użyciem. Kalibracja jest stabilna dla tej samej grupy sprzętu komputerowego. Funkcja programu „Real Time Plot” uruchamia pomiar. Pomiar jest dokonywany co sekundę i na ekranie komputera pojawia się wykres w czasie rzeczywistym. Wykresy i tabelki mogą być zapisywane na dysku, aby można je ponownie wczytać do badania i/lub wydrukować. Format zapisu tabelki z danymi jest zgodny z każdym arkuszem kalkulacyjnym. Układ może współpracować z każdym komputerem posiadającym port USB.

3.1. Przykłady pomiarów

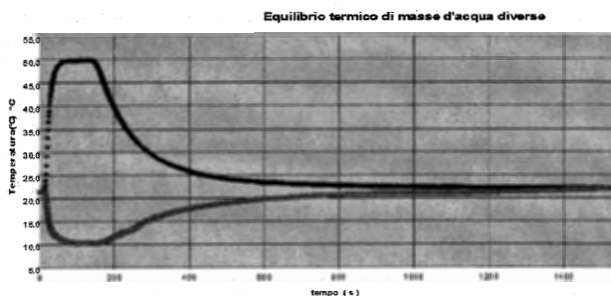
Układ pomiarowy Termocrono dzięki swojej prostocie i elastyczności [Michelini i Stefanel, 2004; Michelini i Pighin, 2005] proponowany jest jako rozszerzenie zmysłów dla doświadczalnego badania zjawisk przyrodniczych przez młodszych uczniów lub nawet przedszkolaków. Dzięki czułości, dokładności i szybkości pobierania danych, pozwala doświadczalnie badać procesy dynamiczne. Pozwala on także na badanie stanów przejściowych i nietrwałych, takich jak impulsy i fale termiczne [Mazzega 1996]. Poniżej zaprezentowano kilka przykładów pomiarów, istotnych z różnych powodów dla zrozumienia znaczenia pomiaru temperatury i zerowej zasady termodynamiki.

A) Dwa czujniki znajdują się na stole; student bierze w ręce pierwszy z nich, następnie oba i w końcu ponownie kładzie jeden czujnik na stół.

To doświadczenie uświadamia studentowi, że:

- stół i jego ręce są dwoma układami o różnych i stałych temperaturach,
- czujnik mierzy swoją temperaturę,
- informację o temperaturze otrzymuje się tylko wtedy, kiedy czujnik i układ są w równowadze termicznej,
- różnica długości czasu trwania faz ogrzewania i oziębiania czujnika jest spowodowana przez różne efektywności sprzężenia termicznego.

B) Na rysunku 3 pokazano zmiany w czasie temperatury dwóch mas wody ($m_1 = 300 \text{ g}$ w $T_1 = 10,2^\circ\text{C}$ i $m_2 = 150 \text{ g}$ w $T_2 = 49,8^\circ\text{C}$). Układ jest złożony z pojemnika zawierającego wodę o masie m_1 i włożonego do drugiego pojemnika, z wodą o masie m_2 . Dwa układy dążą do wspólnej temperatury równowagowej, tj. średniej wa-



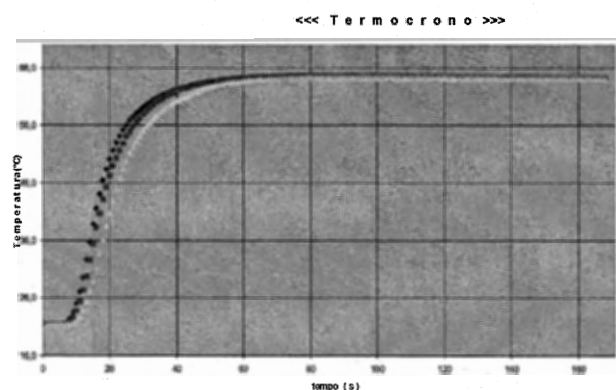
Rys. 3. Ewolucja w czasie temperatury dwóch mas wody: 300 g i 150 g o temperaturze początkowej odpowiednio $10,2^\circ\text{C}$ i $49,8^\circ\text{C}$

zonej temperatur początkowych, gdzie wagą statystyczną są masy tych ciał (prawo równowagi termicznej Fouriera). Końcową temperaturą stanu równowagi jest $24,1^\circ\text{C}$, co pozwala obliczyć równoważne masy pojemników („równoważne” masie wody).

C) Czujniki leżą na stole (w temperaturze pokojowej) i są przykryte foliami z różnych materiałów (np. folią metalową, folią plastikową, kartonem); student kładzie rękę na czujniku i czeka na stan równowagi termicznej.

To doświadczenie uświadamia studentowi, że czujniki osiągają taką samą temperaturę, ale w różnym czasie, który zależy od grubości folii i jej przewodności cieplnej.

D) Rysunek 4 pokazuje dane otrzymane, kiedy cztery czujniki są pokryte różnymi masami aluminium (0, 2, 4 i 10 g) oraz zostały włożone w dużą masę ciepłej wody (proces izotermiczny).



Rys. 4. Ewolucja w czasie temperatury 4 czujników z różnymi masami w wielkiej ilości ciepłej wody

Zależność uzyskania równowagi masy aluminium od czasu pozwala zrozumieć znaczenie pojęcia czasu odpowiedzi systemu oraz go obliczyć. Możliwe jest badanie wykładniczej zależności zmian temperatury w trakcie osiągnięcia równowagi termicznej.

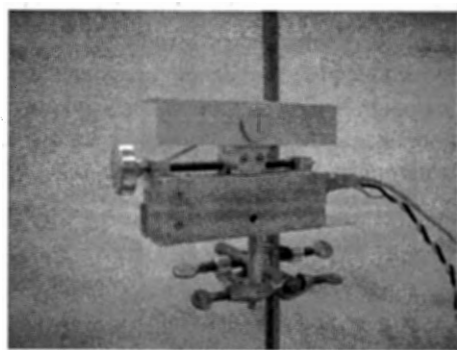
4. Prosty układ do eksperymentów dyfrakcyjnych: Lucegrafo

Przedstawiamy poniżej opis sprzętu komputerowego i oprogramowania dla prostych, domowych układów pomiaru on-line natężenia światła w funkcji położenia.

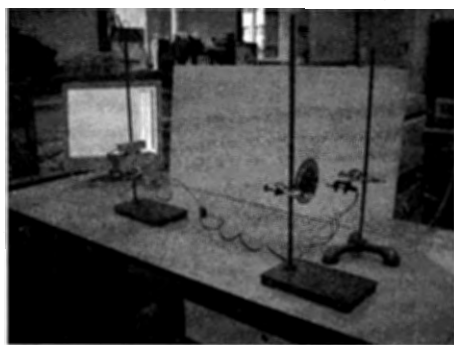
Wyposażenie zestawu doświadczalnego jest elementarne: komercyjny potencjometr liniowy ze znacznikiem, fototranzystor, pudełko montażowe, kabel USB.

Rysunek 5 pokazuje fototranzystor włożony w aluminiową obudowę razem z suwakiem potencjometru tak, aby sygnał optyczny był skorelowany z położeniem poprzez opór potencjometru. Mały prostokątny ekran ($12 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$), umieszczony na wspólnym postumencie pozwala na jakościową ocenę rozkładu natężenia światła. W centrum ekranu jest otwór (o powierzchni 1 mm^2) pełniący rolę diafragmy dla sensora optycznego. Dodatkowo możliwe

jest zamontowanie regulacji położenia za pomocą śruby mikrometrycznej. Oba czujniki (potencjometru i fototranzystora) są połączone do procesora komputera przez port USB. Kalibracja systemu jest wykonywana przez pomiar intensywności światła w funkcji odległości od punkowego źródła. Eksperymentalna zależność intensywności światła od kwadratu odległości jest zarówno potwierdzeniem założonej funkcji transferu jak i sposobem na znalezienie nieznanymi parametrów układu.



Rys. 5. Układ Lucegrafo



Rys. 6. Aparat do pomiarów

Układ posiada 3 przedziały czułości tak, aby zmierzyć natężenie maksimum dyfrakcyjnych aż do 12-tego maksimum oraz maksimum centralne; pomiaru dokonujemy w odległości 2 m od pojedynczego otworu o średnicy 0,1 mm, przy użyciu lasera o długości fali $\lambda \approx 650 \text{ \AA}$.

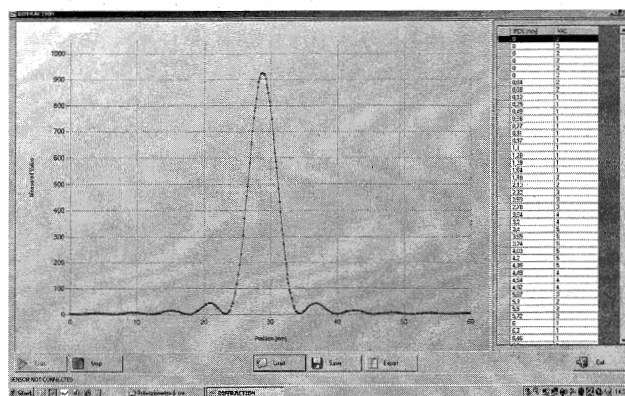
Oprogramowanie:

Podczas pomiaru układ zbiera i przedstawia na ekranie pary wartości (I, x) (natężenie światła, położenie), zarówno w formie graficznej i numerycznej. Pomiaru dokonujemy co 1 s, tak więc przesuwając kursor liniowy otrzymuje się w ciągu 10 minut przestrzenny rozkład natężenia światła na długości 60 cm. Pomiar ten jest przedstawiany w postaci zależności liniowej: natężenie na wykresie jest przedstawione w arbitralnie wybranych jednostkach, proporcjonalnych do natężenia światła oddziałującego na czujnik.

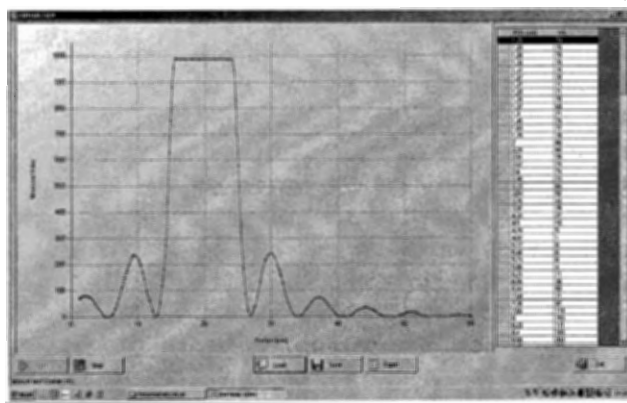
Poniżej przedstawiono kilka przykładów ćwiczeń, niemożliwych do przeprowadzenia w tradycyjnych laboratoriach dydaktycznych bez czujników komputerowych.

A) Badanie rozkładu natężenia światła w obrazie dyfrakcji.

Jakościowe badanie obrazu dyfrakcji na ekranie przy zmianie odległości D pomiędzy szczeliną a ekranem: ekran przechwytuje stały kątowy rozkład natężenia światła tak, że odległości minimów i maksimum od centralnego maksimum wzrastają proporcjonalnie do odległości D . Układ ten nie może przedstawić w tej samej skali natężenia zarówno centralnego maksimum jak i tych leżących w pobliżu, chyba że natężenie wejściowe zostanie zredukowane (porównaj rys. 7 i rys. 8). Daje to możliwość dyskusji zarówno charakterystyk obrazu dyfrakcji jak i działania czujników optycznych.



Rys. 7. Obraz dyfrakcji z układem w zakresie minimum czułości



Rys. 8. Obraz dyfrakcji z układem w zakresie maksimum czułości

B) Analiza wysokości maksimum

Prawo dyfrakcji w przybliżeniu Fraunhofera dla natężenia światła I_M w maksimum rzędu $M > 0$ w odniesieniu do natężenia maksimum centralnego I_0 :

$$\frac{I_M}{I_0} = \frac{4}{\pi^2(2M+1)^2}$$

wyraża proporcjonalność pomiędzy szczytowym pikiem a odwrotnością kwadratu odległości od centralnego maksimum na ekranie.

I tak, przez wprowadzenie przybliżonej zależności dla położenia maksimum:

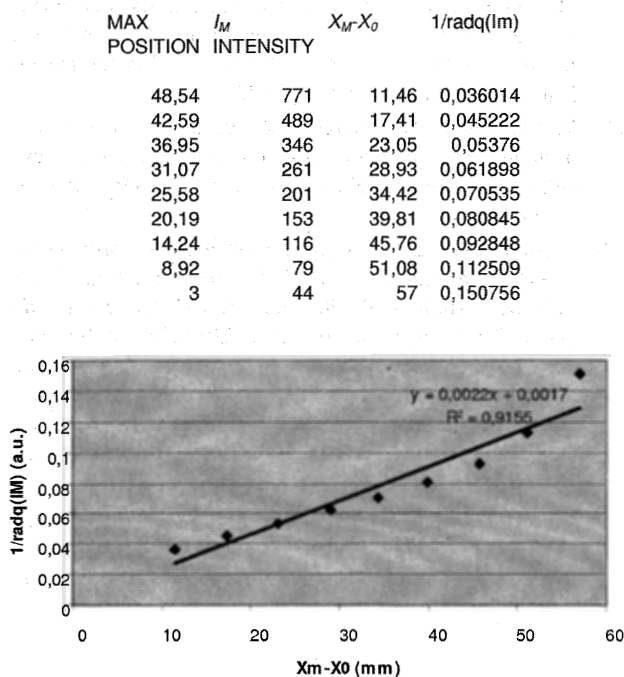
$$\frac{X_M - X_0}{D} = (2M + 1) \frac{\lambda}{2a}$$

równanie poprzednie może być zapisane prościej:

$$\frac{I_M}{I_0} = \left(\frac{D\lambda}{\pi a}\right)^2 \frac{1}{(X_M - X_0)^2}$$

$$\frac{1}{\sqrt{I_M}} = \left(\frac{\pi a}{D\lambda}\right) \frac{1}{\sqrt{I_0}} (X_M - X_0)$$

Wykreślając $1/\sqrt{I_M}$ w zależności od $X_M - X_0$ otrzymuje się, w przybliżeniu, linię prostą (rys. 9).



Rys. 9. Odwrotność pierwiastka kwadratowego natężenia maksimum jako funkcja jego odległości od maksimum głównego. Przepadek dla szczeliny $12 \mu\text{m}$ i odległości ekranu $D = 1,4 \text{ m}$.

Natężenie maksimum głównego może zostać obliczone z kąta nachylenia prostej przechodzącej przez początek układu współrzędnych, korzystając z natężenia pozostałych maksimum.

5. Pomiar oporu nadprzewodników w funkcji temperatury

Rozwiązania elektroniczne dla pomiarów:

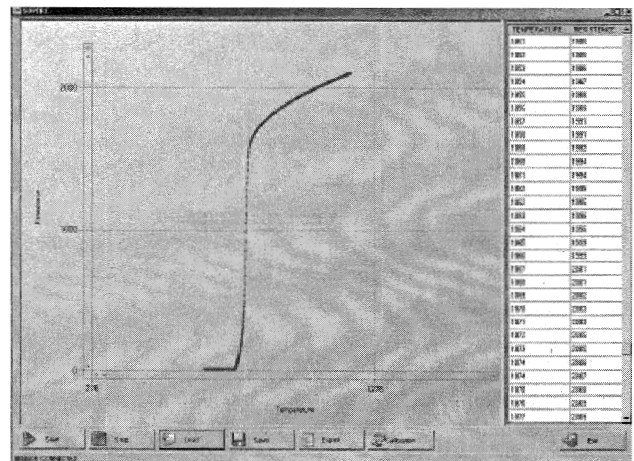
Opór próbki jest mierzony w czterech punktach nadprzewodnika leżących na linii prostej, za pomocą pomiaru napięcia pomiędzy dwoma wewnętrznymi punktami, przy natężeniu prądu przepływającego (między punktami zewnętrznymi) 100 mA .

Ustaloną stałą wartość prądu otrzymuje się przez podanie stałego napięcia odniesienia za pomocą diody Zenera w obwodzie z dwoma wzmacniaczami operacyjnymi

umożliwiający pomiar napięcia na próbce (pomiędzy dwoma wewnętrznymi punktami styczności) do poziomu oporu rzędu milioma. Napięcie kontaktowe na stykach można pominąć, ponieważ wyjściowe napięcie odniesienia może być ustalone poprzez układ pomiarowy; minimalizujemy w ten sposób prąd wejściowy wzmacniacza operacyjnego. Zakres wzmocnienia wynosi od 5 (otwarcie obwodu) do 1000. Drugi wzmacniacz gwarantuje mierzone wartości rzędu mV. Pomiar temperatury jest prowadzony przez platynowy opornik PT100 ($R = 100 \Omega$ w 0°C) o rozdzielczości $0,4 \Omega/^\circ\text{C}$. 12-bitowy przetwornik analogowo-cyfrowy (ADC) wystarcza do pomiaru temperatury w zakresie roboczym z dokładnością lepszą od $0,1^\circ\text{C}$.

Pozyskiwanie danych i oprogramowanie interfejsu:

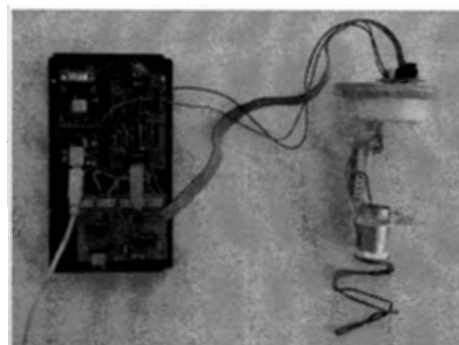
Pomiary temperatury i oporności właściwej są przeprowadzane przy użyciu 12-bitowego przetwornika ADC oraz programowalnego multipleksera PIC 18F252 firmy Microchip Technology. Dane są dostarczane przez USB przy użyciu modułu dekodera. Interfejs (rys. 10) jest bardzo prosty i przyjazny. Wykresy są generowane na ekranie w czasie rzeczywistym.



Rys. 10. Interfejs użytkownika

Skrzynka pomiarowa:

Rysunek 11 przedstawia układ pomiarowy. Cylindryczne pudełko A1 stanowi przestrzeń grzewczą. Pręt



Rys. 11. Układ pomiarowy oporu nadprzewodników

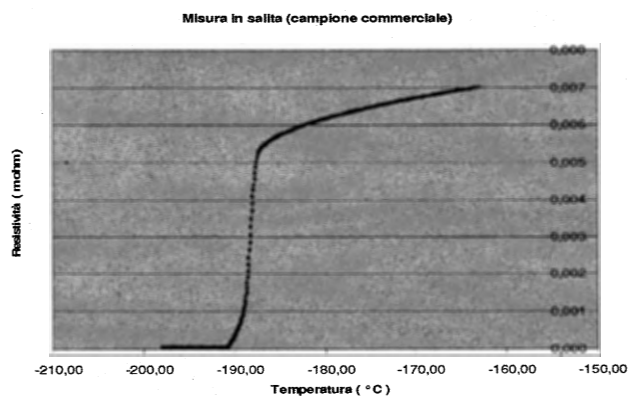
miedziany pojemnika zostaje umieszczony w ciekłym azocie. Grzejnik składa się z dwóch oporników $100\ \Omega$ (1 watt) w układzie równoległym, umieszczonych na podstawie pojemnika A1. Wzrost temperatury jest regulowany via software za pomocą potencjometru typu helipot podłączonego do tranzystora mocy stabilizującego prąd grzejnika. Pomiary oporu przeprowadza się na rampie zmian temperatury.

Układ testujący:

Czujnik temperatury jest połączony z próbką w pudełku A1 a przewody są zebrane w przykrywce termosu zawierającego ciekły azot.

Testowanie danych:

Na rysunku 12 pokazano otrzymywanie danych na rampie zmian temperatury $0,02^\circ\text{C/s}$.



Rys. 12. Otrzymywanie danych z komercyjnej próbki nadprzewodnika grzanej z prędkością $0,02^\circ\text{C}$ na sekundę

Literatura

- [1] M. Michelini, „L'elaboratore nel laboratorio didattico di fisica: nuove opportunità per l'apprendimento”, *Giornale di Fisica XXXIII*, 4, 1992, p. 269.

- [2] E. Mazzega, M. Michelini, „Termograjb: un sistema per misure di temperatura on-line nel laboratorio didattico”, *La Fisica nella Scuola XXII*, 4, 1990, p. 38.
- [3] D. Girardini, A. Sconza, E. Mazzega, M. Michelini, „Studio della conduzione del calore con l'utilizzo del computer on-line”, *La Fisica nella Scuola XXIV*, 2, 1991, p. 71.
- [4] E. Mazzega, M. Michelini, „On-line measurements of thermal conduction in solids: an experiments for high school and undergraduate students”, *Teaching the Science of Condensed Matter and New Materials, GIREP-ICPE Book, Forum 1996*.
- [5] E. Mazzega, M. Michelini, „Termografo: a computer on-line acquisition system for physics education, *Teaching the Science of Condensed Matter and New Materials, GIREP-ICPE Book, Forum 1996*, p. 239; M. Gervasio, M. Michelini, „TERMOCRONO. Un semplice sistema economico e flessibile per misure di temperatura in tempo reale”, *Didamatica 2006 Atti*, red. A. Andronico, F. Aymerich, G. Fenu, AICA, Cagliari 2006, p. 522.
- [6] V. Mascellani, E. Mazzega, M. Michelini, „Nuove opportunità di apprendimento in ottica mediante l'uso dell'elaboratore”, *La Fisica nella Scuola XXII*, suppl. 4, 4, 1989, p. 48.
- [7] V. Mascellani, E. Mazzega, M. Michelini, „Un sistema per esperienze di ottica on-line e indicazioni per attività didattiche nello studio della diffrazione ottica”, *La Fisica nella Scuola XXV*, (Speciale congiunto AIF-SIF), 1992, p. 132.
- [8] F. Corni, V. Mascellani, E. Mazzega, M. Michelini, G. Ottaviani, „A simple on-line system employed in experiments”, *Light and Information, GIREP Abstract Book*, red. L.C. Pereira, J.A. Ferreira, H.A. Lopes, Univ. do Minho, Braga 1993.
- [9] A. Frisina, M. Michelini, „Physical optics with on-line measurements of light intensity, *Teaching the Science of Condensed Matter and New Materials, GIREP-ICPE Book, Forum 1996*, p. 162.

Tłumaczenie: dr Przemysław Miszta

Środowisko LabVIEW – własności i przykłady zastosowań

Piotr Targowski¹, Marcin Sylwestrzak¹, Tomasz Bajraszewski²

¹Institut Fizyki UMK, ²Optopol SA

Streszczenie: Przedstawiono przykłady zastosowań dydaktycznych oraz badawczych środowiska LabVIEW firmy National Instruments. Omówiono konstruowanie zadania badawczego, interfejsu pomiarowego, programu wykonawczego. W szczególności system LabVIEW jest stosowany w systemie scanningowej tomografii optycznej w bezinwazyjnych badaniach oka.

LabVIEW environment – features and examples of applications

Abstract: Examples of didactical and scientific applications of the LabVIEW system by National Instruments are presented. The steps of constructing the task, building the measuring interface and the executive programme are discussed. In particular the system LabVIEW has been applied in non-invasive scanning tomography of eye (Optical Computer Tomography).

Od około dziesięciu lat w Instytucie Fizyki UMK w nauczaniu podstaw informatyki i miernictwa komputerowego wykorzystywane jest środowisko programistyczne LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) rozwijane od kilkunastu lat przez firmę National Instruments. Pierwotnym przeznaczeniem tego narzędzia było wsparcie dla szybkiego prototypowania kodu przede wszystkim dla zastosowań przemysłowych i naukowo-badawczych, wszędzie tam, gdzie istnieje potrzeba opracowania interfejsu komunikacyjnego albo aplikacji mikroprocesorowej. Nie ulega jednak wątpliwości, że zakres zastosowań LabVIEW jest znacznie szerszy i środowisko to może być z powodzeniem wykorzystywane dla tworzenia dowolnych aplikacji działających we współczesnych orientowanych graficznie systemach operacyjnych jak Windows, Mac OSX czy Unix/Linux. Pozwala ono bowiem niezwykle efektywnie projektować graficzny interfejs użytkownika oraz zintegrowany z nim kod źródłowy, tworzony również w graficznym języku programowania G. Program w języku G zasadniczo różni się od programów zapisanych w innych, konwencjonalnych (tekstowych) językach przede wszystkim tym, że nie występują w nim w jawnej postaci zmienne, a strukturę programowi nadaje przepływ danych. Wymusza on również kolejność działań: określona funkcja (komponent) programu zostanie wykonana dopiero wtedy, kiedy zostaną do niej dostarczone wszystkie wymagane dane. Program w LabVIEW ma więc postać diagramu (rysowanego myszką na ekranie), który w tle jest całkowicie automatycznie kompilowany do kodu wykonywalnego. Na rysunku 1 pokazany jest przykład bardzo prostego programu w LabVIEW (zwanego tutaj Wirtualnym Instrumentem): w jednym oknie

tworzy się panel frontowy programu, w drugim diagram kodu.

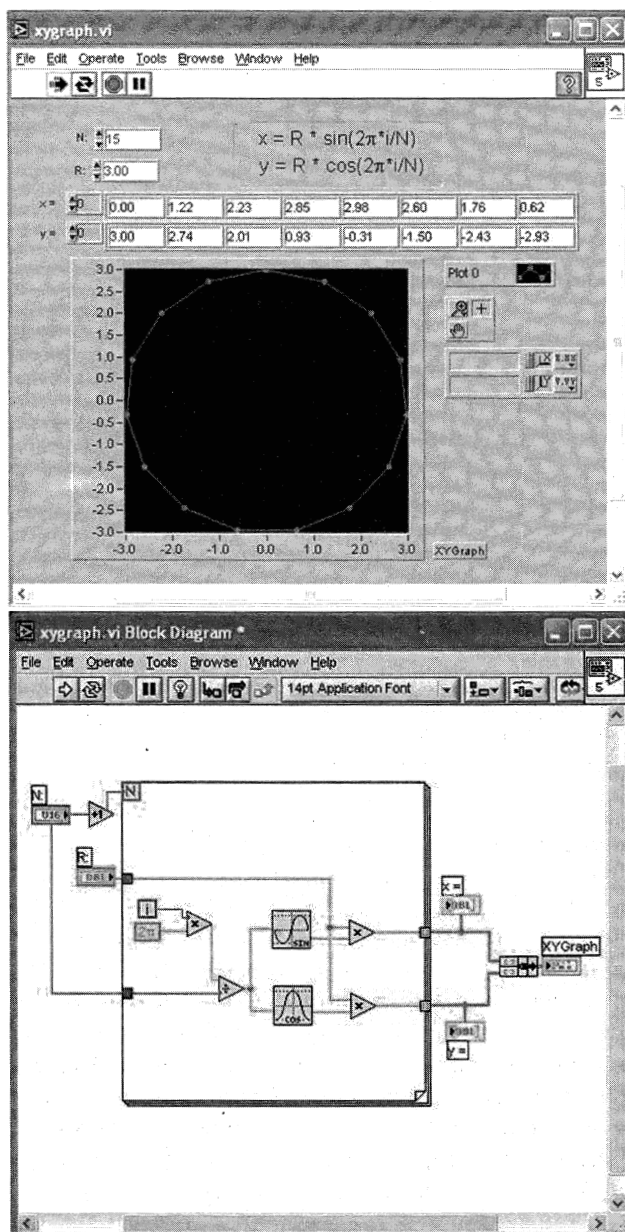
W Instytucie Fizyki UMK LabVIEW wykorzystywane jest zarówno w dydaktyce, jak i do tworzenia aplikacji sterujących złożonymi eksperymentami fizycznymi. Atrakcyjność stosowania LabVIEW do nauczania wynika przede wszystkim z tego, iż bardzo łatwo, szybko i intuicyjnie można stworzyć kompletne aplikacje wyposażone w interfejs graficzny użytkownika, a więc takie, do których przyzwyczajony jest użytkownik współczesnych systemów operacyjnych komputerów osobistych. Poprzez szybkie uzyskiwanie atrakcyjnych rezultatów łatwo jest utrzymać uwagę słuchaczy. Równocześnie środowisko jest wyposażone w zaawansowane biblioteki numeryczne oraz zapewniające współpracę z różnorodnymi urządzeniami zewnętrznymi, komunikującymi się z komputerem z użyciem najpopularniejszych protokołów transmisyjnych, takich jak RS-232, USB, IrDA, Bluetooth, czy Centronix. Dobrze oprogramowane są również protokoły transmisji ethernetowej. LabVIEW dostarcza narzędzi do implementacji następujących połączeń:

- UDP (User Datagram Protocol)
- TCP (Transmission Control Protocol)
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)
- Data Socket (uproszczona, specjalnie dla potrzeb

szybkiego łączenia wirtualnych instrumentów LabVIEW, wersja protokołu TCP)

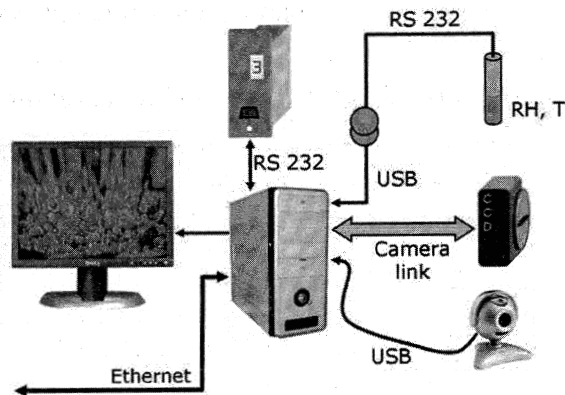
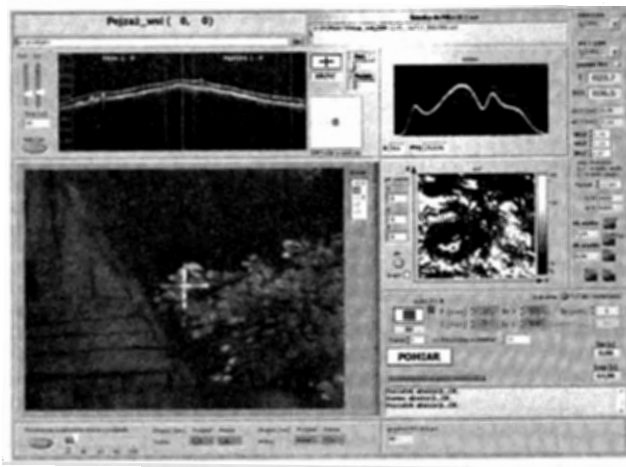
Ponadto programy w LabVIEW dobrze integrują się z innymi aplikacjami poprzez biblioteki łączone dynamicznie (DLL) oraz technologii ActiveX i .NET.

Tak więc studenci nasi najpierw poznają, podczas semestralnego kursu, środowisko LabVIEW, a następnie



Rys. 1. Przykład prostego programu (wirtualnego instrumentu) wykreślającego wielokąt (N wierzchołków) wpisany w koło o promieniu R . Na diagramie programu (u dołu) można odnaleźć m.in. pętlę typu For, komponenty mnożące i dzielące, obliczające funkcje sin i cos oraz terminale elementów panelu użytkownika.

w ramach Pracowni Przyrządów Wirtualnych uczą się wykorzystywać je w konkretnych aplikacjach pomiarowych. Elementem sprzyjającym wykorzystaniu LabVIEW w dydaktyce jest jego stosowanie w urządzeniach badawczych. Rysunek 2 przedstawia przykład interfejsu złożonego układu pomiarowego, opracowanego dla potrzeb tomografii optycznej (OCT) w Zespole Fizyki Medycznej



Rys. 2. Przykład złożonego układu pomiarowego OCT do nieinwazyjnego badania budowy wewnętrznej zabytkowych obrazów [5], integrującego wiele urządzeń peryferyjnych. Poprzez złącze Camera Link następuje przesył danych z kamery CCD z szybkością 100 MB/s, interfejsy USB zapewniają transfer danych z pomiaru temperatury i wilgotności oraz obraz kamery podglądowej 1,3 MPx, a złącze RS-232 wykorzystywane jest do sterowania przebiegiem eksperymentu.

UMK. Napisany w LabVIEW program integruje sygnały z wielu urządzeń peryferyjnych i poddaje je złożonej obróbce matematycznej.

Literatura

- [1] www.ni.com/labview.
- [2] Wiesław Tłaczała, *Środowisko LabVIEW w eksperymencie wspomaganym komputerowo* (WNT, Warszawa 2002).
- [3] Marcin Chruściel, *LabVIEW w praktyce* (Wydawnictwo BTC, Legionowo 2008).
- [4] www.fizyka.umk.pl/~ptarg.
- [5] P. Targowski, B. Rouba, M. Góra, L. Tymińska-Widmer, J. Marczak, A. Kowalczyk, „Optical Coherence Tomography in Art Diagnostics and Restoration”, *Applied Physics A92*, 1 (2008).

Doświadczenia z magnetyzmu – projekt „Teaching Physics in Secondary School”

Andrzej Karbowski

Zakład Dydaktyki Fizyki, Instytut Fizyki UMK, Toruń

Streszczenie: Przedstawiono szczegóły Projektu EEA „Nauczanie fizyki w szkołach średnich”, realizowanego przez UMK. W szczególności przedstawiono wybrane doświadczenia z elektromagnetyzmu, jak zsuwające się po miedzianej równi i spadające magnesy.

Experiments in Magnetism – Project EEA „Teaching Physics in Secondary School”

Abstract: Details of the project TPSS run by University of Nicolaus Copernicus are presented. In particular few examples of innovative experiments on electromagnetism, like sliding and falling magnets are discussed.

W październiku 2008 r. rozpoczął swoją działalność międzynarodowy projekt TPiSS FSS/2008/V/D4/0007 „Teaching Physics in Secondary Schools”, finansowany z funduszy EEA Grants. Negatywne myślenie na temat uczenia się fizyki w Polsce i innych krajach UE utrudnia rekrutację dobrych kandydatów na studia przyrodnicze i techniczne. Sytuacja ta obserwowana jest w wielu krajach, co zostało udokumentowane przez liczne badania i konferencje w ostatnich latach. Celem projektu TPiSS jest m.in. zmiana tego niekorzystnego trendu poprzez zaproponowanie ciekawszego i efektywniejszego sposobu nauczania magnetyzmu i elektromagnetyzmu w szkołach ponadgimnazjalnych, z wykorzystaniem metod i środków technologii informacyjnej i komunikacyjnej.

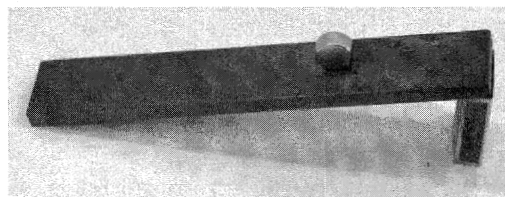
Projekt TPiSS proponuje uczestniczącym szkołom i nauczycielom zbiór prostych, tanich i prowokujących do myślenia eksperymentów hands-on. Oprócz tego elektroniczne i drukowane materiały, filmy wideo i animacje we Flashu mają wzbudzić w użytkowniku ciekawość i chęć poznawania rzeczy nowych. Uczniowie mogą samodzielnie badać omawiane na lekcjach zjawiska, studiować dostarczone materiały multimedialne, motywując się przy tym do dalszego poszukiwania i efektywnego uczenia się. Potwierdziły to badania przeprowadzone w szkołach we Włoszech i w Polsce [1].

Doświadczenia z magnetyzmu, w których czerwony biegun z niebieskim się przyciągają i na odwrót, powodują znużenie się ucznia. W związku z tym proponujemy zestaw innowacyjnych, opracowanych merytorycznie i dydaktycznie 44 doświadczeń, wprowadzających w zagadnienia magnetyzmu i indukcji elektromagnetycznej, który został przedstawiony na warsztatach w ramach pierwszego toruńskiego seminarium „Komputer w szkolnym laboratorium fizycznym”, w dniach od 3 do 7 grudnia 2008 roku.



Rys. 1. Uczestnicy warsztatów na zajęciach w Instytucie Fizyki UMK w Toruniu.

Podczas warsztatów projektu TPiSS nt. „Doświadczeń z magnetyzmu” zaprezentowano nauczycielom wiele doświadczeń prowokujących do myślenia zarówno w trakcie ich wykonywania, jak i po ich wykonaniu. Szczególnie efektywnym eksperymentem pozwalającym skupić uwagę uczniów było doświadczenie z „pijanym” magnesem [2],

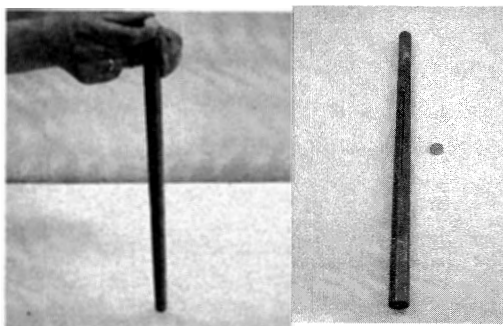


Rys. 2. Zestaw do prezentacji doświadczenia z „pijanym” magnesem.

poruszającym się w dół po miedzianej równi pochyłej. Trajektorią ruchu magnesu neodymowego nie była linia prosta, lecz krzywa – sinusoida lub krzywa jeszcze bardziej skomplikowana.

Ruch magnesu po takiej trajektorii jest skutkiem indukowania się prądów wirowych Foucaulta w miedzianej płycie. Pole magnetyczne wytwarzane przez te prądy przeciwdziało („zapobiega”) wypadnięciu magnesu poza miedzianą płytę.

Kolejnym doświadczeniem, znanym ale proponowanym przez nas w nowej formie dydaktycznej [3] jest eksperyment ze spadającym magnesem neodymowym wewnątrz pionowo ustawionej rurki miedzianej [4].



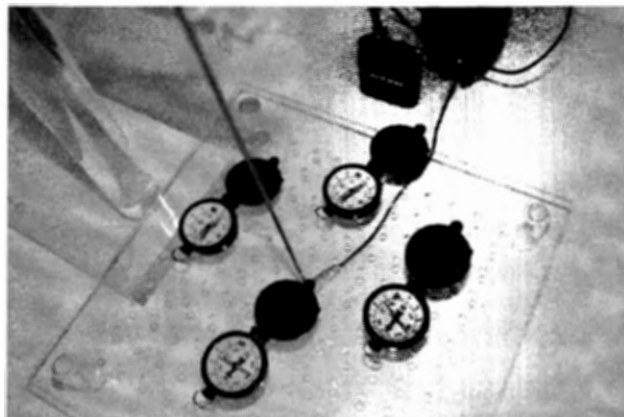
Rys. 3. Po lewej: magnes neodymowy i miedziana rurka bez podłużnych szczelin, po prawej: rurka miedziana z podłużnymi szczelinami.

Nie skupiano jednak głównie uwagi na czasie spadania magnesu, ale starano się zwerbalizować to doświadczenie jak najlepiej dla uczniów. Próbowano odpowiedzieć na pytanie, co się dzieje z magnesem w rurce? Padały różne odpowiedzi, np. „magnes spada w dół”, „magnes nie dotyka ścianek rurki”, „magnes lewituje”. Ostatnia odpowiedź najlepiej opisywała ruch magnesu wewnątrz miedzianej rurki. Po chwili pojawiło się następne pytanie „co jest przyczyną lewitacji magnesu wewnątrz rurki?” i uzyskano zadowalającą odpowiedź „siła odpychania”. Powyższe zjawisko opisuje prawo Faradaya–Lenza–Neumanna [5], a jego znajomość przez uczniów w XXI wieku jest niezmiernie ważna, z powodu licznych zastosowań w nauce i technice. Z kolei rurka z cienkimi podłużnymi szczelinami służy nam do pokazania III prawa Maxwella, które zazwyczaj jest pokazywane w formie uproszczonej, jako „siła” elektromotoryczna \mathcal{E} , a nie jako całka z natężenia pola elektrycznego, zob. też uwagi R. Feynmana w rozdziale 17–2 tomu II/1 *Wykładów* [6].

Na warsztatach zaprezentowano również wersję pionową doświadczenia Oersteda. W Projekcie TPSS nazywamy to doświadczenie również doświadczeniem „Ampere’a”, jako że do obliczenia pola magnetycznego korzystamy z prawa Ampere’a.

Umieszczono cztery kompasy wokół pionowo ustawionego przewodnika z miedzi lub mosiądzu, który jest częścią obwodu elektrycznego. Gdy obwód elektryczny był otwarty, igły wszystkich kompasów wskazywały kie-

runek północ–południe. Po zamknięciu obwodu igły magnetyczne kompasów zmieniają swoje położenia.



Rys. 4. Zestaw do prezentacji pionowej wersji doświadczenia Oersteda.

W omawianym doświadczeniu pokazujemy, że prąd elektryczny może być źródłem pola magnetycznego oraz że linie pola magnetycznego mają kształt okręgów. Od Ampere’a pochodzi ta część doświadczenia, która pokazuje, że natężenie pola magnetycznego maleje wraz ze wzrostem odległości od przewodu i jest ono proporcjonalne do natężenia prądu:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r},$$

gdzie μ_0 jest przenikalnością magnetyczną próżni ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N}/(\text{A} \cdot \text{m})$). Jest to ogólny wzór opisujący prawo Ampere’a dla przewodu prostoliniowego.

Linie sił pola dookoła przewodnika liniowego (w powyższej geometrii) są okręgami. Kierunki igieł magnetycznych powinny więc tworzyć elementy okręgu. W rzeczywistym doświadczeniu, przynajmniej z prądami o „rozsądnym” natężeniu ($< 10 \text{ A}$) igły odchylają się, ale nie tworzą regularnego okręgu. Dlaczego? Powodem jest znowu pole magnetyczne Ziemi. Co więcej, doświadczenie to (i inne w TPSS) mogą służyć do pomiaru wartości indukcji pola magnetycznego Ziemi. Załóżmy, że przez przewód przepływa prąd 10 A , a igła znajduje się w odległości 10 cm . Zgodnie z powyższym wzorem indukcja B w odległości 10 cm od przewodnika wyniesie $2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. Pole magnetyczne Ziemi ma wartość około $3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. Pole wytworzone przez przewód jest więc prawie takie samo jak pole ziemskie. Igła wskaże kierunek zgodny z kierunkiem wypadkowej dwóch pól – ziemskiego i pochodzącego od przewodnika z prądem. Pomiar kąta, pod jakim wychyla się igła od kierunku północ–południe w obecności dodatkowego pola, pozwala na wyznaczenie wielkości pola magnetycznego Ziemi [8].

W czasie warsztatów nauczyciele wykonywali bardzo chętnie i aktywnie jeszcze wiele innych doświadczeń z magnetyzmu i elektromagnetyzmu. Tworzą one ścieżkę

dydaktyczną i zostały umieszczone w następujących grupach [7]:

- 1) magnesy i materiały magnetyczne,
- 2) oddziaływania magnetyczne
- 3) pola magnetyczne,
- 4) pole magnetyczne Ziemi,
- 5) magnetyczne efekty przepływu prądu elektrycznego,
- 6) siła magnetyczna działająca na przewod z prądem – siła Lorentza,
- 7) zjawisko indukcja elektromagnetycznej,
- 8) proste generatory prądu przemiennego,
- 9) zwojnice i transformatory.

Zestawy doświadczalne z magnetyzmu, instrukcje ćwiczeniowe, scenariusze lekcji oraz materiały multimedialne dostępne są dla nauczycieli na stronie internetowej projektu TPiSS [7] <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS>. Zachęcamy wszystkich chętnych do korzystania z wyników projektu oraz do podzielenia się z nami swoimi uwagami.

Literatura

- [1] M. Michelini, R. Viola, „A proposal to overcome some learning knots in electromagnetism and superconductivity: a case study from Supercomet experimentation”, *Girep 2008 International Conference*, Nicosia, Cyprus 2008.
- [2] http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/pijany_magnes2.wmv.
- [3] G. Karwasz, W. Niedzicki, A. Okoniewska, E. Rajch, „Multimedia Tools in Teaching Physics”, *Second International GIREP Seminar „Quality Development in Teacher Education and Training”*, Udine, 1–6.09.2003, Book of Abstracts, University of Udine, s. 69.
- [4] http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/Spadajacy_magnes_2.wmv.
- [5] G. Karwasz, A. Karbowski, K. Służewski, R. Viola, M. Gervasio, M. Michelini, „Discovering Electromagnetic Induction: Interactive Multimedia Path”, *Int. Work. on Multimedia in Physics Teaching and Learning*, 14th Edition, 23–25.09.2009, Udine, Europhys. Conf. Abstract Booklet ISBN 2-914771-61-4, s. 48; http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS/mpt14_abstract.htm.
- [6] R.P. Feynman, R.B. Leighton, M. Sands, *Feynmana wykłady z fizyki*, tom II, część I, s. 292.
- [7] <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/TPSS>, link Materiały, hasło: tipss.
- [8] M. Michelini, *SUPERCOMET 2, Przewodnik dla nauczycieli*, praca zbiorowa, s. 67; <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/MOSEM/guide.pdf>.

Multimedia w nauczaniu fizyki – warsztaty toruńskie

Anna Kamińska

Zakład Zastosowań Fizyki, Instytut Fizyki, Akademia Pomorska w Słupsku

Streszczenie: Przedyskutowano kategorie, przykłady oraz zasady tworzenia programów multimedialnych z fizyki. Porównano przykłady krajowe i zagraniczne (Fisica Interattiva, Zanichelli, Padova); omówiono przykładowe błędy edukacyjne i percepcyjne przy tworzeniu tego rodzaju programów.

Multimedia in teaching Physics – Toruń workshop

Abstract: The categories, examples and rules to construct the multimedia tools for teaching physics are discussed. Polish and foreign (like Fisica Interattiva, Zanichelli, Padova) examples are presented; typical perception and educative errors in constructing multimedia are shown.

W dniach 3–7 grudnia 2008 r. na Wydziale Fizyki UMK w Toruniu odbyły się warsztaty dla nauczycieli „Media w edukacji” w ramach Ogólnopolskiego Seminarium „Komputer w szkolnym laboratorium fizycznym”.

Na rynku ukazuje się coraz więcej programów multimedialnych. Należą do nich proste programy edu-

cyjne (np. testy interaktywne), symulacje eksperymentów, gry dydaktyczne (np. „Physicus – fascynująca przygoda w świecie fizyki”). Zintegrowane programy multimedialne obejmują natomiast szerszy zakres treści fizycznych oraz realizują różne etapy procesu dydaktycznego: wprowadzenie, wyjaśnienie problematyki, wiadomości uzupełniające

(np. aparat matematyczny), schematy graficzne, doświadczenia wirtualne, testy kontrolne. Zaliczamy do nich m.in.: encyklopedie multimedialne, ścieżki i podręczniki multimedialne, testy, zbiory tematyczne. Programy te posiadają jednolitą formę graficzną, ale sposób stymulacji użytkownika bywa urozmaicony [1].

W nauczaniu fizyki komputery stwarzają szerokie możliwości nie tylko w zakresie przekazu wiedzy (programy nauczające), ale także w obszarze prezentacji złożonych zależności i procesów fizycznych (symulacje komputerowe) oraz w szeroko rozumianym zakresie wspomaganie eksperymentu fizycznego.

Nie zawsze jednak można mówić o dużej przydatności tych programów w nauczaniu fizyki. Część oprogramowania to po prostu przepisane podręczniki szkolne, gdzie program jedynie zapewnia elektroniczne przewracanie stron, dlatego ważne jest, aby nauczyciel, który otrzymuje gotowy komputerowy program edukacyjny, umiał zbadać jego przydatność w realizowanej przez siebie części procesu dydaktycznego.

Wartość użytkową programu określa zewnętrzna postać oprogramowania, jego funkcjonalność oraz zawarta w nim treść merytoryczna. Komputerowe programy dydaktyczne nie mogą stanowić prostego odzwierciedlenia treści podręcznika. Programy te powinny wykorzystywać w pełni możliwości techniczne komputerów. Programy edukacyjne muszą przyjmować atrakcyjną formę, co umożliwiają kolorowe animacje i dźwięk. Bardzo ważne jest, aby programy te charakteryzowały się merytoryczną poprawnością, przekazywane przez nie treści muszą być zgodne z obowiązującym stanem nauki [2]. Treści te muszą być także dostosowane do programu nauczania dla danego typu i szczebla szkolnictwa, w taki sposób, aby program w odpowiednim czasie mógł zostać wykorzystany w procesie dydaktycznym. Bardzo istotną cechą dobrego programu edukacyjnego jest prostota obsługi, czyli dobrze zaprojektowany interfejs użytkownika, pozwalający uczniowi skon-

centrować się na treściach merytorycznych przekazywanych przez program. Odpowiedni interfejs jest zwykle decydującym elementem oceny całego programu. Dużą rolę stanowi tu język porozumiewania się z komputerem, sposób rozmieszczenia i rodzaj informacji na ekranie, system oceniania i nagradzania odpowiedzi a także reakcja komputera na błędne dane.

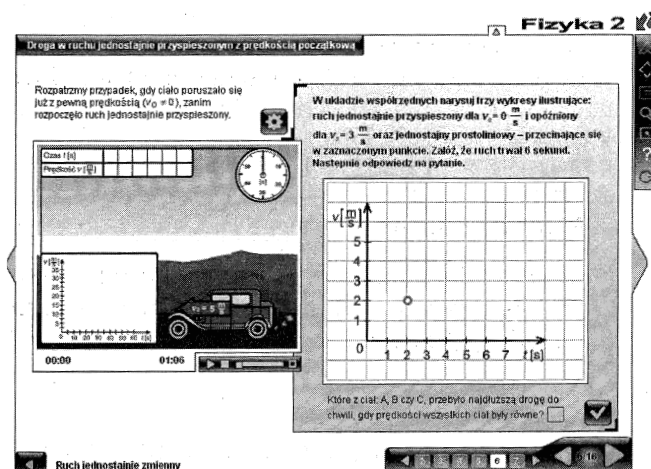
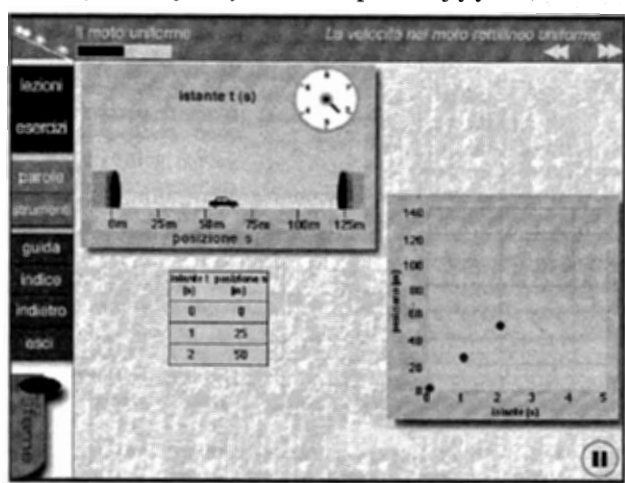
Programy komputerowe powinny być dostosowane do indywidualnego tempa pracy użytkownika, a w miarę możliwości, także przekazywanych treści. Szczególną formą indywidualizacji treści jest możliwość powtórzenia wybranych fragmentów programu, dzięki czemu uczy się może zawsze wielokrotnie się do nich cofnąć. Taką właściwość programu edukacyjnego zapewnia jego struktura i zastosowanie odpowiednich mechanizmów sterowania.

W procesie nauczania fizyki bardzo przydatne okazują się podręczniki multimedialne. Podręcznikowi multimedialnemu stawiamy dwa zasadnicze wymagania [3]:

– multimedialność i interaktywność – właściwe użycie schematów, animacji, filmów. Poprawna jest animacja krok po kroku. Film powinien różnić się od tradycyjnej telewizji chociażby tym, że można go zatrzymać w dowolnym miejscu i wyświetlać klatka po klatce w celu wyjaśnienia procesu;

– struktura wielopoziomowa – stanowi zasadniczą różnicę pomiędzy tradycyjnym podręcznikiem a komputerowym wędrówaniem. Podręczniki multimedialne powinny organizować wiedzę na kilku poziomach, odpowiednio do jej ważności i predyspozycji uczącego się. Wielopoziomowa struktura pozwala na rozróżnianie między różnymi poziomami trudności – od podstawowego do najwyższego teoretycznego – w ramach jednego podręcznika.

Na warsztatach zostały zaprezentowane dostępne na polskim rynku programy komputerowe i porównane z podobnymi wydawnictwami obcojęzycznymi (np. podręczniki włoskie, niemieckie, angielskie, włoskie encyklopedie itp.).



Rys. 1. Porównanie podręcznika multimedialnego [4] z jednym z wydawnictw krajowych – temat „ruch jednostajny”. Mimo pozornie takiego samego układu, podręcznik włoski, w oddzielnych panelach: 1) oddaje prawdziwą sytuację fizyczną, 2) oddaje proces pomiaru (narastająca tabelka), 3) oddaje reprezentację graficzną wyniku pomiarowego.

Podręcznik krajowy zawiera te same elementy, ale jest: 1) sekwencyjny w nawigacji, 2) nadmiarowy w obrazie.

Porównanie podręczników dostępnych na rynku polskim z zagranicznymi wzorami wypada jednak zdecydowanie niekorzystnie dla tych pierwszych. Nie dotyczy to bynajmniej zakresu treści, ale aspektów dydaktycznych. Podręcznik autorstwa włoskiego fizyka jądrowego Ugo Amaldiego [4], posiada wielostopniowy układ, podzielony na paragrafy i podparagrafy. Każdy paragraf składa się z szeregu sekwencji ilustrujących dane zjawisko fizyczne. Np. lekcja na temat ruchu jednostajnego rozpoczyna się od wprowadzenia pojęcia trajektorii na przykładzie ruchu pociągu na mapie, a dopiero później wprowadzony zostaje układ współrzędnych. Przy wprowadzeniu pojęcia prędkości najpierw uczeń ogląda animację, później animację ze słupkami kilometrowymi, później ze słupkami i stoperem. W ten sposób pojęcie prędkości jest właściwie i stopniowo wytłumaczone. Wiele polskich podręczników uznaje, że uczeń to już na pewno „sam z siebie” wie. Z tego powodu podręczniki dostępne na rynku polskim są często przedmiotem krytyki. Na rynku zagranicznym są one pisane przez najwybitniejszych naukowców. Podręczniki te zawierają filmy (np. zderzenia na stole bez tarcia – na poduszkiach z par suchego lodu), animowane schematy (np. ruchu jednostajnego motocykla, samochodu, roweru) i wyjaśnienia (pomiar czasu, odległości), elementy matematyki, np. proste wprowadzenie do rachunku różniczkowego.

Krajowa literatura poświęcona zagadnieniom treści, formom, oraz aspektom pedagogicznym i kulturowym

multimediów staje się w ostatnich latach coraz obszerniejsza [5–7]. Półki sklepowe oferują wiele podręczników multimedialnych do nauki języków obcych, historii, nawet matematyki, ale niestety nie fizyki.

Nauczyciele podczas warsztatów mieli możliwość porównania i samodzielnej oceny zintegrowanych środków multimedialnych oraz sprawdzenia ich przydatności w procesie nauczania swojego przedmiotu.

Literatura

- [1] A. Okoniewska, *Zastosowanie środków multimedialnych w dydaktyce fizyki*, praca magisterska, pod kierunkiem prof. G. Karwasza, Pomorska Akademia Pedagogiczna, Słupsk (2000).
- [2] *Współczesna technologia kształcenia, wybrane zagadnienia*, red. J. Morbitzer (Wyd. Naukowe WSP, Kraków 1997).
- [3] A. Okoniewska, Z. Meger, „Środki multimedialne w nauczaniu fizyki”, *Fizyka w Szkole*, nr 1/2002.
- [4] U. Amaldi, F. Tibone, *Fisica Interattiva, Meccanica* (Zanichelli Editore, Padova 1997).
- [5] J. Bednarek, *Multimedia w kształceniu* (MIKOM, Warszawa 2006).
- [6] J. Gajda, *Media w edukacji* (Oficyna Wyd. IMPULS, Kraków 2003).
- [7] *Media w edukacji – szanse i zagrożenia*, red. T. Lewowicki, B. Siemieniecki (Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2008).

Badanie trzeciej zasady dynamiki Newtona z wykorzystaniem zestawu komputerowego – scenariusz lekcji

Magdalena Sadowska

Zespół Szkół, ul. Żwirki i Wigury 10 w Kaliszu i Zakład Dydaktyki Fizyki UMK w Toruniu

Streszczenie: Pokazano doświadczalną weryfikację trzeciego prawa Newtona za pomocą systemu pomiarowego składającego się z dwóch wózków z czujnikami siły i konsoli pomiarowej podłączonej do komputera. Zbadano dwie sytuacje doświadczalne – statyczną i dynamiczną: 1) wózki na torze bez tarcia połączone gumką są odsuwane od siebie; 2) wózki na chropowatym torze połączone są sznurkiem i jeden z nich jest ciągnięty. Zmierzona równość akcji i reakcji w każdej chwili pomiaru jest wręcz zadziwiająca.

Newton's third law of dynamics in the computer-aided experiment – lesson's scenario

Abstract: Experimental verification of the Newton's third law of dynamics is done using a system consisting of two carts with force sensors and the computer interface. Two experimental situations are shown – static and dynamic ones: 1) the two carts on a frictionless track are connected with an elastic and pulled away; 2) the carts on a scabrous track are connected by a rope and one of them pulled. The equality of action and reaction at any moment is astonishing.

Wstęp

Zasady dynamiki Newtona są jeszcze omawiane na dwóch poziomach nauczania – w gimnazjum oraz w szkołach ponadgimnazjalnych (wszystkich typów tj. liceach, technikach i zasadniczych szkołach zawodowych). Istnieje wiele doświadczeń, które potwierdzają słuszność tych zasad i które można przeprowadzić na lekcji. Coraz istotniejszą rolę w doświadczeniach pełnią komputery, które znacznie podnoszą poziom atrakcyjności lekcji oraz powodują wzrost zainteresowania uczniów treściami kształcenia. Stają się ważnym elementem w pracy nauczyciela podczas lekcji. W poniższym tekście zapoznaj się Państwo z wykorzystaniem komputera na lekcji fizyki do przeprowadzenia doświadczeń, których celem jest potwierdzenie trzeciej zasady dynamiki Newtona. Uczniom z pewnością jest znane pojęcie siły, którą kojarzą w najprostszym przypadku z pchaniem, ciągnięciem, rozciąganiem itp. Na kolejnym etapie uczniowie dowiadują się, że siła jest miarą oddziaływania między dwoma ciałami. Następnie trzeba im uzmysłowić, że oddziaływania są wzajemne, czyli zapoznać z trzecią zasadą dynamiki i pokazać doświadczenie, które będzie ją potwierdzało. W tym scenariuszu pokazujemy dwa doświadczenia: statyczne i dynamiczne.

Podstawy fizyczne

Trzecia zasada dynamiki mówi, że dwa ciała oddziałują ze sobą siłami, które mają ten sam kierunek, mają

te same wartości, ale przeciwne zwroty i różne punkty przyłożenia.

Uczniom w gimnazjum można trzecią zasadę uzmysłowić w bardzo prosty sposób poprzez podanie jej „odpowiednika” w postaci polskiego przysłowia: „Jak Kuba Bogu, tak Bóg Kubie”. Można też ją próbować wytłumaczyć korzystając z bardzo prostego przykładu zawodów w przeciąganiu liny, ale jeszcze lepiej jest do tego celu wykorzystać doświadczenie wspomagane komputerem.

Doświadczenie wspomagane komputerowo

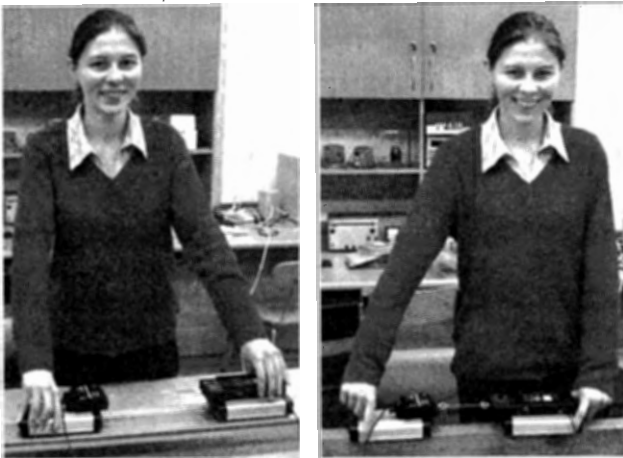
Celem doświadczenia jest zmierzenie sił działających między dwoma ciałami – w naszym przypadku dwoma wózkami oraz porównanie wartości tych sił.

Do przeprowadzenia doświadczenia potrzebne są: dwa wózki; tor o długości 1,2 m; dwa czujniki siły, dodatkowa masa w postaci odważnika, sznurek lub gumka recepturka oraz odpowiedni software. Zestaw taki oferuje np. firma PASCO.

Na obu wózkach trzeba zamontować czujniki sił, które należy połączyć z konsolą pomiarową, aby zarejestrować i później, w miarę potrzeby odtworzyć wyniki pomiarów dla ich dalszej analizy, przedstawienia graficznego itd. Oczywiście konsola pomiarowa musi być podłączona do komputera – w naszym przypadku jest to stary standard RS211 a w nowszych konsolach port USB.

Zanim przeprowadzone zostanie doświadczenie można zapytać uczniów o ich przewidywania dotyczące sił w kilku przypadkach np. 1) do dyspozycji mamy tylko dwa wózki, 2) na jednym z wózków umieszczamy dodatkowe obciążenie, 3) na drugim wózku znajduje się dodatkowe obciążenie. Swoje przewidywania mogą zapisać w tabeli (załącznik).

Doświadczenie wykonywane za pomocą zestawu PASCO, z gotową lekcją załadowaną przez software wymaga włączenia Xplorera GLX (lub konsoli 750) oraz uruchomienia pliku „tug of war”. Wówczas na ekranie komputera wyświetli się wykres zależności siły od czasu dla obu czujników (na jednym wykresie). Częstotliwość próbkowania jest ustawiona na 20 Hz. Czujniki trzeba podłączyć do dwóch portów konsoli. Jeden z czujników odbiera sygnał dodatni, gdy wózek jest popchnięty bądź szarpnięty, a drugi czujnik odbiera sygnał ujemny, gdy drugi wózek jest pchnięty lub szarpnięty. Następnie należy ustawić tor i go wypoziomować, postawić wózki i zamocować czujniki sił. Trzeba pamiętać o ich wyzerowaniu.

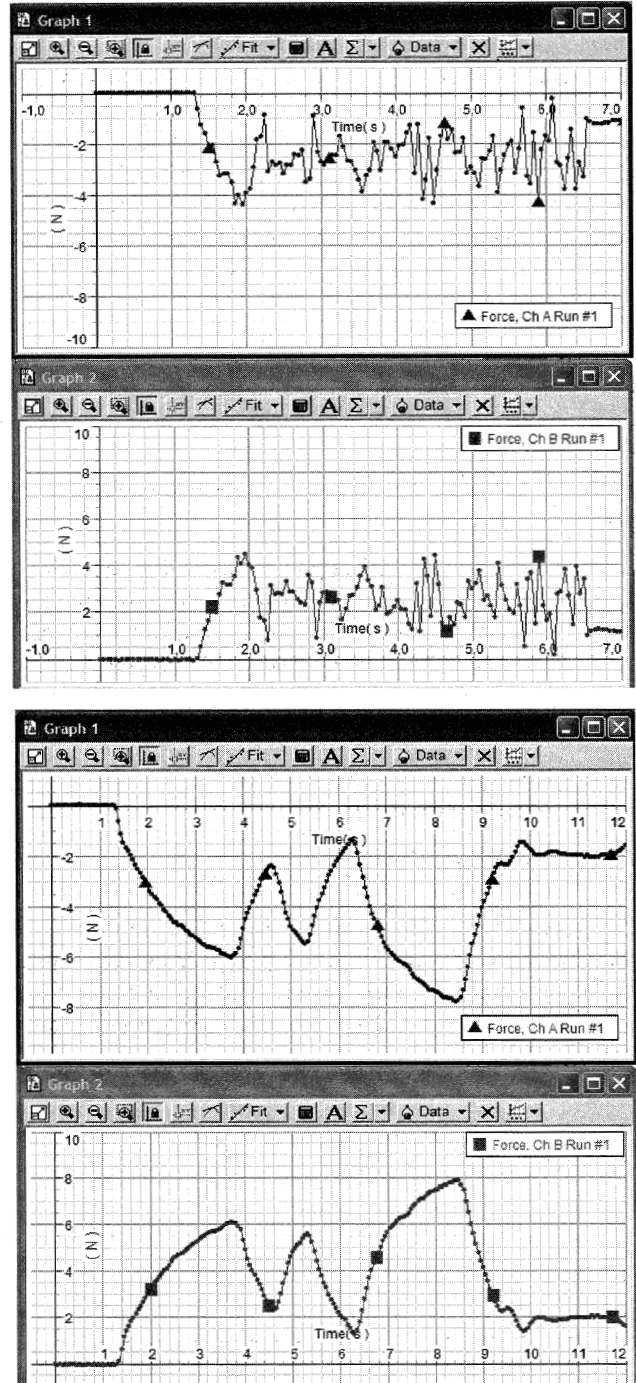


Rys. 1. Dwa wózki z podłączonymi czujnikami siły: a) połączone gumką – doświadczenie statyczne (z lewej); b) połączone sznurkiem, ciągnięte po drewnianej belce – doświadczenie dynamiczne (z prawej).

Na końcach czujników znajdują się haczyki, do których należy przywiązać sznurek lub gumkę. Poniżej przedstawione są dwie sytuacje doświadczalne: 1) statyczna, w której wózki, umieszczone na torze, są połączone gumką i są odsuwane w dwóch kierunkach naraz, zob. rys. 1a; 2) dynamiczna, w której wózki umieszczone na chropowatym torze są połączone sznurkiem i jeden z wózków jest ciągnięty (i oczywiście oba poruszają się ruchem bardzo nieregularnym, skokami i zatrzymaniami), rys. 1b.

Aby rozpocząć pomiar i jego zapis trzeba przycisnąć start oraz ciągnąć wózki w przeciwnych stronach (najlepiej od siebie). Pomiar można zakończyć po około 10 sekundach naciskając stop. Analizę wyników można zająć się w dalszej części zajęć. Następnym elementem doświadczenia jest zbadanie siły przy dodatkowym obciążeniu. Na jednym z wózków dokładamy odważnik o masie np. 0,25 kg.

Pomiar wykonujemy i zapisujemy w identyczny sposób, pamiętając o wyzerowaniu czujników siły. Jeśli dysponujemy wystarczającą ilością czasu na lekcji, można również przełożyć odważnik na drugi wózek i ponownie wykonać pomiar. Jeśli klasa jest liczna można wykonać kilka razy pomiary tak, aby różne grupy miały różne wykresy i mogły je samodzielnie analizować.



Rys. 2. Wykresy wartości zmierzonych przez czujniki sił w dwóch doświadczeniach (bez dodatkowego obciążenia): a) wózki połączone gumką na torze (u góry); b) wózki połączone sznurkiem na drewnianej belce (u dołu); zwraca uwagę równość akcji i reakcji, mimo ich nieregularności.

Analiza wyników

Analiza wyników odbywa się w oparciu o zapisane wyniki w postaci wykresów. Uczniowie oglądają i porównują otrzymane wykresy oraz na tej podstawie uzupełniają karty pracy. Komputer rejestruje pomiary z czujników i zapisuje je w postaci pary wykresów (rys. 2a i 2b).

Na powyższych wykresach widać dobrze, że siły w pierwszym doświadczeniu (wersji statycznej) były równe co do wartości, ale miały przeciwne zwroty. Podobne wyniki otrzymujemy w wersji dynamicznej tego doświadczenia. Na obu wykresach siły mają identyczne wartości, ale przeciwne zwroty. Uczniowie mogą analizować wyniki pomiarów samodzielnie lub pracując w grupie. Nauczyciel powinien sprawdzić poprawność udzielonych przez uczniów odpowiedzi. Można to zrobić od razu na lekcji słuchając odpowiedzi uczniów lub zebrać karty pracy i sprawdzić je na kolejną lekcję.

Podsumowanie

Praca z nowoczesnym sprzętem pomiarowym powoduje wzrost efektywności nauczania oraz motywuje uczniów do samodzielnej, często badawczej pracy. Wzbogacenie lekcji o nowoczesne środki dydaktyczne przynosi wiele korzyści. Samodzielna lub grupowa analiza wyników pozwala na pobudzenie aktywności wśród uczniów do twórczego myślenia i poszukiwania własnych odpowiedzi, uczy współpracy, dyskusji oraz rozwija umiejętność argumentowania. Z zestawów pomiarowych takich jak PASCO lub COACH LAB można korzystać w szkołach na wielu przedmiotach. Można zakupić różne czujniki, które będą wykorzystywane na innych zajęciach lekcyjnych np. chemii, biologii, geografii.

ZAŁĄCZNIK

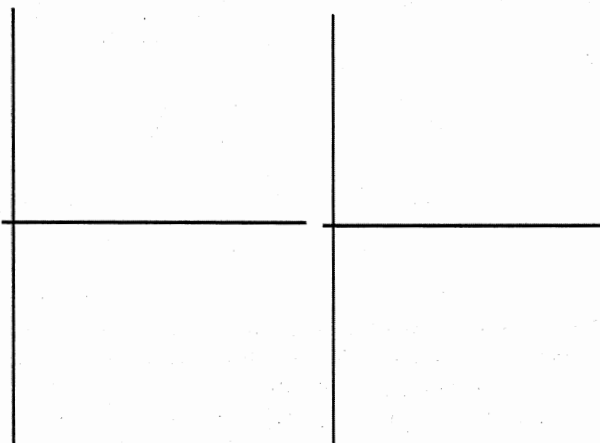
KARTA PRACY

Imię i nazwisko: _____ Klasa _____ Data _____

1. Zastanów się, co mógłbyś powiedzieć o działających siłach między dwoma połączonymi sznurkiem wózkami, gdy ciągniesz je w przeciwne strony w przypadkach zamieszczonych w tabeli. Następnie zapisz swoje przypuszczenia.

Przypadek	Przypuszczenie
Równe masy	
Wózek 1: dodatkowe obciążenie	
Wózek 2: dodatkowe obciążenie	

2. Korzystając z zapisanych w komputerze wyników pomiarów wybierz jeden z trzech przypadków (np. wózki bez obciążenia lub jeden wózek z obciążeniem) i przerysuj wykres na kartę. Pamiętaj o właściwym podpisaniu osi.



3. Dokonaj analizy otrzymanych wyników. Co możesz powiedzieć o działających siłach na podstawie wykresów? Uzupełnij tabelkę.

Przypadek	Wynik
Równe masy	
Wózek 1: dodatkowe obciążenie	
Wózek 2: dodatkowe obciążenie	

4. Analizując wykresy zależności siły od czasu odpowiedz na pytania:

a) Czy dla pierwszego pomiaru kształty obu krzywych są do siebie w jakiś sposób podobne?

b) Co się stało z siłami (ich wartościami, zwrotami) mierzonymi przez czujniki, gdy na jednym z wózków umieszczono dodatkowe obciążenie?

c) Jaka powinna być suma wektorowa sił w przypadku, gdy mają one taką samą wartość i przeciwne zwroty?

d) Czy siły mają takie same wartości i przeciwne zwroty na wykresie, który przerysowałeś do karty pracy?

e) Jakie są wartości sił zmierzonych przez oba czujniki w tym samym czasie?

■ Edward Darżynkiewicz

Urodził się w 1948 r. w Dzierżonowie. W roku 1970 ukończył studia na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego zaś w 1976 r. obronił pracę doktorską z dziedziny chemii kwasów nukleinowych (promotor prof. David Shugar) i rozpoczął pracę w Zakładzie Biofizyki Wydziału Fizyki, gdzie pracuje do dziś. W latach 1978–87 przebywał na dwuletnim stypendium i kilku stażach krótkoterminowych w USA. W r. 1994 uzyskał stopień naukowy doktora habilitowanego nauk biologicznych w zakresie biofizyki, nadany przez Radę Naukową Instytutu Biochemii i Biofizyki PAN w Warszawie za prace nad syntezą i zastosowaniami analogów końca 5' mRNA (tzw. kapu) w biosyntezie białka, dojrzewaniu (splicingu) pre-mRNA oraz transporcie wewnątrzkomórkowym kwasów rybonukleinowych. Od roku 2001 jest profesorem nadzwyczajnym w UW. Tytuł profesora nauk fizycznych uzyskał 25 września 2009 r.

Zajmuje się badaniami z pogranicza chemii, biochemii i biofizyki nad molekularnymi mechanizmami ekspresji genu. Już w latach 80. ub.w. zainicjował w Zakładzie Biofizyki WF UW prace nad chemiczną syntezą i kompleksowym zastosowaniem analogów kapu, a następnie utworzył specjalistyczne Laboratorium Ekspresji Genu, w którym pracują biofizycy, chemicy i biologzy. Prowadzone w jego zespole interdyscyplinarne badania doprowadziły do szeregu ważnych odkryć, m.in. dotyczących roli regulatorowej struktur kapu w splicingu pre-mRNA, biosyntezie białka, imporcie dojądrowym małych jądrowych RNA, a także pozwoliły na pełniejszą charakterystykę regulatorowych czynników białkowych oddziałujących ze strukturami kapu. Ostatnie bardzo obiecujące wyniki dotyczą prac nad zastosowaniem analogów kapu w terapii genowej i szczepionkach przeciwnowotworowych (współprace międzynarodowe).



Jest współautorem 143 prac naukowych opublikowanych w czasopiśmie z listy filadelfijskiej (m.in. w *Nature*, *Cell*, *Science*, *Molecular Cell*), wdrożonego patentu amerykańskiego i dwóch zgłoszeń patentowych PCT. Aktualnie kieruje kilkoma grantami, w tym z Howard Hughes Medical Institute (USA) i Wellcome Trust (Anglia).

Żonaty z Krystyną (psychologiem psychoterapeutą), trójka dzieci (Nora 31, Zbyszek 29, Miłosz 26). Kocha przyrodę (las, jezioro, morze), zwierzęta (psy), pływanie oraz zwiedzanie Polski i świata, w tym pielgrzymki do sanktuariów katolickich.

■ Michael J. Church

Urodził się w 1947 r. w Anglii. Zdobył wykształcenie w King Edward's School, a następnie w University of Birmingham, gdzie studiował fizykę oraz uzyskał doktorat z fizyki przepływającej plazmy. Początkowo zatrudniony był w UKAEA Culham Laboratory do badań kontrolowanej fuzji termojądrowej. Następnie powrócił na Uniwersytet w Birmingham do grupy astronomii rentgenowskiej, która budowała teleskop rentgenowski wykorzystany w misji Spacelab-2 na pokładzie wahadłowca, znanej z odkrycia punktowego źródła wysokich energii w centrum Galaktyki.

W dalszej pracy naukowej poświęcił się badaniom małomasywnych rentgenowskich układów podwójnych zawierających gwiazdę neutronową i gwiazdę typu Słońca, wykorzystując obserwacje satelitarne. Intensywne badania źródeł zakryciowych doprowadziły do wypracowania fizycznego modelu małomasywnych układów, ujawniającego istnienie rozciągniętej korony ponad dyskiem akrecyjnym uformowanym wokół gwiazdy neutronowej. Praca ta została ostatnio rozszerzona na najjaśniejsze źródła emitujące blisko lub powyżej granicy Eddingtona. Ostatecznym celem jest wyjaśnienie wszystkich typów małomasywnych układów, a szczególnie podstawowych, fizycznych różnic między źródłami o wysokiej i niskiej jasności, oraz warunków formowania się relatywistycznych dżetów w tych źródłach.



Współpracuje z naukowcami z Europy, Japonii i Stanów Zjednoczonych. W 1996 roku był wizytującym profesorem w Institute for Space and Astronautical Science w Tokio, co dało początek długoletniej współpracy. Był członkiem kluczowego programu Europejskiej Agencji Kosmicznej w celu badań źródeł zakryciowych przy użyciu satelity Beppo-SAX. Był zaproszonym naukowcem w NASA Goddard Space Flight Center. W 2001 r. został profesorem (na niepełnym etacie) w Zakładzie Astrofizyki Wysokich Energii Obserwatorium Astronomicznego UJ, angażując się również w kształcenie młodej kadry.

Na Uniwersytecie w Birmingham od 1990 r. kieruje grupą rentgenowskich układów podwójnych, która od 2008 r. stała się niezależną grupą badawczą w School of Physics and Astronomy. Wypromował sześciu doktorantów. Tytuł profesora nauk fizycznych został mu nadany 25 września 2009 r. Lubi żeglować i fotografować. Interesuje się historią.

Bezpieczeństwo Energetyczno-Klimatyczne

W dniu 9 listopada 2009 r. w Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie odbyła się konferencja zatytułowana „Bezpieczeństwo Energetyczno-Klimatyczne”.

Była to już piąta konferencja z cyklu „Konferencji Tematycznych: Pracodawcy a Polska 2030”, organizowanych przez Konfederację Pracodawców Polskich. Tym razem do organizatorów dołączyła Akademia Górniczo-Hutnicza i Izba Gospodarcza Gazownictwa. Sponsorem był PGNiG Polskie Górnictwo Naftowe i Gazownictwo.

Referaty odnosiły się do dwóch dokumentów: „Polityka Energetyczna Państwa 2030” oraz Raport „Polska PL-2030 wyzwania rozwojowe” określających, jak ma wyglądać energetyka w Polsce 2030. Chodzi tu o ustalenie aktualnej polityki energetycznej państwa i powstanie modelu prognostyczno-planistycznego symulującego sytuację za dwadzieścia lat. Dokument „Polska PL-2030 wyzwania rozwojowe” jest już przyjęty i wkrótce będzie podpisany. Jak na razie Polska jest jedynym w UE krajem, który nie ma zapewnionej polityki energetycznej. Konieczna jest silna współpraca pracodawców z naukowcami.

Podczas pierwszej części konferencji wygłoszono sześć referatów:

1. Polityka energetyczna podwaliną rozwoju Polski – Prezes Zarządu Instytutu Studiów Energetycznych Andrzej Sikora
2. Wyzwania stojące przed polskim górnictwem węgla kamiennego – prof. dr hab. inż. Józef Dubiński (Główny Instytut Górnictwa)
3. Węgiel brunatny optymalnym paliwem dla polskiej energetyki w I połowie XXI wieku – prof. dr hab. inż. Zbigniew Kasztelewicz, prof. dr hab. inż. Antoni Tajduś (AGH)
4. Problematyka odnawialnych źródeł energii i konsekwencje pakietu klimatycznego – prof. dr hab. inż. Euge-

niesz Mokrzycki (Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN)

5. Energetyka jądrowa – prof. dr hab. inż. Jerzy Niewodniczański (Katedra Energetyki Jądrowej, Wydział Energetyki i Paliw, AGH)

6. Możliwości zaopatrzenia Polski w gaz ziemny i ropę naftową do 2030 roku – prof. dr hab. inż. Stanisław Rychlicki, prof. dr hab. inż. Jakub Siemek (Wydział Wiertnictwa Nafty i Gazu AGH)

Drugą część konferencji stanowiła dyskusja panelowa ekspertów prowadzona przez prof. dr hab. inż. Jakuba Siemka. Na tę dyskusję zaproszono studentów AGH. Niestety ani im, ani gościom z sali nie udzielono głosu, gdyż nie pozwalał na to limitowany czas konferencji.

Ekspersi zgodnie zauważyli, że w Polsce konieczna jest dywersyfikacja nośników energii, ponieważ to zapewnia niezależność od kontrahentów zagranicznych. U uruchomienie w Polsce programu energetyki jądrowej będzie wymagało wprowadzenia zmian do naszego prawodawstwa. Najczystsza i najbardziej ekonomiczna energetyka jądrowa jest uwarunkowana mnóstwem trudno przewidywalnych przeszkód. Elektrowni jądrowej niestety nie da się szybko zbudować, niemniej trwają prace nad jej realizacją. Wzrost gospodarczy zmusza do zwiększenia produkcji energii, a na energetykę trzeba patrzeć kompleksowo. Jak na razie brakuje dialogu z rządzącymi, a większość menadżerów nie ma swobody działania. Zmiany prognoz są natury politycznej. Nie opracowano jeszcze pakietów energetycznych ani klimatycznych.

Cykl odbywających się konferencji ma na celu dopracowanie polityki energetycznej, żeby za 20 lat nie było w Polsce deficytu energii.

Małgorzata Nowina Konopka

Instytut Fizyki Jądrowej
im. H. Niewodniczańskiego PAN, Kraków

KRONIKA

Medal dla Kazimierza Badziąga

Medal imienia Profesora Ignacego Adamczewskiego za Popularyzację Fizyki ustanowiony przez Oddział Gdański Polskiego Towarzystwa Fizycznego przyznawany jest corocznie za działalność, która w znacznym stopniu przyczyniła się do upowszechniania fizyki w szerokich kręgach społeczeństwa. Wręczenie medalu odbywa się podczas uroczystości upamiętniającej wygłoszenie przez profesora Adamczewskiego pierwszego wykładu w powojennej historii Politechniki Gdańskiej.

W roku 2009 tym zaszczytnym wyróżnieniem uhonorowano doc. dr Kazimierza Badziąga „w uznaniu jego wyjątkowych zasług w popularyzacji fizyki w Trójmieście oraz



Medal im. Ignacego Adamczewskiego – najwyższe odznaczenie OG PTF (fot. Andrzej Kuczkowski)

kształtowaniu zainteresowań fizyką nauczycieli w Wyższej Szkole Pedagogicznej i Uniwersytecie Gdańskim, a w szczególności za zorganizowanie wykładów »Ciekawej fizyki« na Politechnice Gdańskiej dla społeczności Trójmiasta, przewodniczenie Komitetowi Redakcyjnemu czasopisma *Fizyka w Szkole* oraz współautorstwo szeregu podręczników metodycznych z fizyki». Wręczenie Medalu odbyło się 24 października 2009 r. i zbiegło się z uroczystością z okazji 25-lecia powstania Wydziału Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej PG. Podczas uroczystości laureat wygłosił prelekcję „W poszukiwaniu metod wpływania na zainteresowanie uczniów fizyką”.



Przewodniczący OG PTF dr hab. B. Augustyniak wręcza medal im. Profesora Ignacego Adamczewskiego tegorocznemu laureatowi doc. dr K. Badziągowi. W głębi stoją: prof. dr hab. J. Godlewski, prorektor Politechniki Gdańskiej ds. Infrastruktury i Organizacji oraz prof. dr hab. J. Sienkiewicz, dziekan WFTIMS PG (fot. Krzysztof Krzempek)

Doc. dr Kazimierz Badziąg urodził się 26 sierpnia 1921 r. w Tczewie. Od roku 1948 jest członkiem Polskiego Towarzystwa Fizycznego. W latach 1950-60 piastował stanowisko zastępcy prezesa OG PTF ds. dydaktycznych. Sprawując powyższą funkcję uczestniczył on w organizowaniu odczytów z fizyki dla szkół, jak i wykładów „Ciekawej fizyki” przeznaczonych dla całej społeczności Trójmiasta. W swoim wykładzie doc. Badziąg zauważył: „studiowanie fizyki jest tą dyscypliną, która pozwala na kształcenie ludzi mądrych w myśleniu i działaniu. Zaś w zachęcaniu do fizyki najważniejszy jest nauczyciel, który jest merytorycznie i dydaktycznie dobrze wykształcony, który będąc przyjacielem młodzieży, jest jednocześnie konsekwentny i ma pogodne oblicze”. Toteż kształceniu kadry pedagogicznej poświęcił większość swoich działań. Był twórcą i kierownikiem Katedry Dydaktyki w Wyższej Szkole Pedagogicznej, a później Zakładu Dydaktyki Fizyki w Instytucie Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Gdańskiego. Ponadto w ramach Wojewódzkiego Ośrodka Metodycznego prowadził szkolenia dla nauczycieli fizyki, dotyczące realizacji programów nauczania fizyki i organizacji pracowni fizycznych w szkołach. Pełnił on również funkcję przewodniczącego Komitetu Redakcyjnego czasopisma *Fizyka w Szkole* oraz re-

daktora *Zeszytów Naukowych UG* poświęconych dydaktyce fizyki. Podczas wieloletniej kariery zawodowej, Kazimierz Badziąg wypromował 10 doktorów i wykształcił około 100 magistrów. Jest współautorem szeregu podręczników metodycznych z fizyki i ponad 100 publikacji z zakresu dydaktyki fizyki. Laureat jest też autorem wspomnień: „Był taki czas – Wspomnienia pomorskiego harcerza” oraz „Zanim powstał Uniwersytet Gdański”.

Tomasz Wąsowicz

■ Powrót LHC

Po przeszło rocznej przerwie, spowodowanej awarią w sierpniu 2008, uruchomiono ponownie Wielki Zderzacz Hadronów (LHC) w CERN-ie. Już po 10 dniach od uruchomienia uzyskano dwie wiązki protonów, każda o energii 1,18 TeV. Tym samym został pobity rekord wysokości energii – dotychczasowy rekord należał do Tevatronu (Fermi National Akcelerator Laboratory, USA), w którym uzyskiwane wiązki protonów miały energie po 0,98 TeV. To dopiero początek – fizycy pracujący przy LHC oczekują w pierwszym kwartale roku 2010 energii 3,5 TeV na wiązkę, a także ciekawej fizyki. Tymczasem wszystkie cztery detektory zarejestrowały już pierwsze zderzenia, i nawet w bazie preprintów pojawiła się praca z pierwszymi wynikami z eksperymentu ALICE.

Nature 462, 548 (2009), zesz. 7273

M. S.

■ 50 lat projektu SETI

Minęło właśnie 50 lat od chwili, gdy zaczęto oficjalnie poszukiwać sygnałów radiowych mogących pochodzić od innych cywilizacji we wszechświecie. Od czasów Lovella, który dostrzegł „kanały” na Marsie, temat innych cywilizacji miał złą reputację. Opublikowanie przed 50 laty artykułu G. Cocconiego i P. Morrisona „Searching for Interstellar Communication” w *Nature* przywróciło tematyce znamiona powagi naukowej.

Projekt SETI (Search for Extra Terrestrial Intelligence) korzystał m.in. z radioteleskopów w Green Bank i Arecibo. Gdy Kongres USA zdecydował, że nie będzie już finansował tych badań z pieniędzy podatników, pojawił się prywatny sponsor. Jeden z założycieli Microsoftu, Paul Allen, ufundował zespół 42 niewielkich anten radiowych (Allen Telescope Array, ATA), dla projektu SETI i Uniwersytetu Kalifornijskiego w Berkeley; docelowo zespół ten ma liczyć 350 anten, każda o średnicy 6 m. W maju br. ATA zaczął przeszukiwać centrum Galaktyki w poszukiwaniu obcych sygnałów w szerokim paśmie częstości radiowych. Stanowi on poletko doświadczone dla nowych technologii, które będą ważne dla „klasycznej” radioastronomii.

Po 50 latach nasłuchiwania nie zarejestrowano żadnych sygnałów, które mogłyby pochodzić od innych cywilizacji. Należy jednak pamiętać, że systematyczne zbieranie danych, przez duże radioteleskopy i z cyfrowym ich przetwarzaniem, odbywa się zaledwie od 10 lat.

Nature 461, 316 (2009), zesz. 7262

M. S.

POSTĘPY FIZYKI W INTERNECIE

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

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

WKRÓTCE W POSTĘPACH

MIĘDZYNARODOWY ROK
ASTRONOMII 2009

ODKRYJ SWÓJ WSZECHŚWIAT

- *Stanisław Bajtlik o Światowym Roku Astronomii 2009, „O roku ów...”*
- *Stanisław Krukowski o modelowaniu ab initio powierzchni GaN*
- *Tadeusz Wibig o kosmologii kwantowej, w szczególności o „inwazji mózgow boltzmannowskich”*
- *Ryszard Horodecki przedstawi swój kolejny wiersz*
- *Marek Abramowicz o fizyce i muzyce*
- *Bartłomiej Pokrzywka o Nagrodach Nobla z fizyki za rok 2009*

PRENUMERATA

Postępy Fizyki można zaprenumerować w jeden z następujących sposobów.

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

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

INFORMACJE DLA AUTORÓW

Czekamy na artykuły przeglądowe i monograficzne pod warunkiem, żeby były przystępne dla ogółu fizyków i żeby zawierały tytuł i streszczenie w dwóch wersjach językowych: polskiej i angielskiej. Prace należy nadsyłać pod adresem redakcji. O przyjęciu pracy do druku decyduje komitet redakcyjny. Prac niezamówionych i niezakwalifikowanych do druku redakcja nie zwraca. Bardziej szczegółowe informacje na temat układu i sposobu przygotowania pracy znajdują się na stronie internetowej *Postępów Fizyki*.

REKLAMA W POSTĘPACH FIZYKI

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

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 and the Physics Faculty of the Warsaw University.

INFORMATION FOR SUBSCRIBERS

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

Migawki fotograficzne z drugiego i trzeciego dnia Zjazdu (wtorek–środa)



Po wykładzie Krzysztofa Meissnera było wiele pytań... (fot. Krzysztof Magda)



Jerzy S. Blicharski zadaje pytanie (fot. Krzysztof Magda)



Andrzej Staruszkiewicz i Andrzej Zięba – sesja dydaktyczna (fot. Krzysztof Magda)



Tomasz Dohnalik, Agnieszka Zalewska, Reinhard Kulesa (tyłem Małgorzata Nowina Konopka) (fot. Krzysztof Magda)



Jerzy Warczewski i Jerzy Kreiner z żoną (fot. Krzysztof Magda)



Anna Tylek i Joanna Hoszko – biuro Zjazdu (fot. Krzysztof Magda)



Laureat Nagrody Nobla z 1997 r., Georg Bednorz w czasie wykładu (fot. Krzysztof Magda)



Dyskusja po wykładzie Noblisty (fot. Krzysztof Magda)



Jerzy Warczewski i Georg Bednorz (fot. Krzysztof Magda)



Avadh Saxena i Georg Bednorz dyskutują po wykładzie (fot. Krzysztof Magda)



Fragm. Auli Dużej A w czasie wykładu (fot. Krzysztof Magda)



Wojciech Żurek z Wojciechem Gawlikiem i Marią Jawień-Żebracką (fot. Krzysztof Magda)

XL ZJAZD FIZYKÓW POLSKICH



Migawki fotograficzne z czwartego i piątego dnia Zjazdu (czwartek–piątek)



Wykład plenarny Andrzeja Gałkowskiego
(fot. Krzysztof Magda)



Wykład plenarny Henryka Wilczyńskiego
(fot. Krzysztof Magda)



Kopalnia Soli w Wieliczce – Georg Bednorz
i Jan Czerwiec oglądają kryształ soli
(fot. Bogdan Idzikowski)



Folwark Zalesie oczekuje na gości
(fot. Krzysztof Magda)



Goście napływają (fot. Krzysztof Magda)



Arkadiusz Ptak, Antoni Pędziwiatr,
Mieczysław Budzyński, Jacek Goc
i Bogdan Idzikowski (fot. Krzysztof Magda)



Bożena i Krzysztof Pomorscy...
(fot. Krzysztof Magda)



J. Georg Bednorz, Edward Görlich
i Jan Czerwiec (fot. Krzysztof Magda)



Andrzej Budzanowski z Komitetem
Organizacyjnym (fot. Krzysztof Magda)



Wykład plenarny Jakuba Zakrzewskiego
(fot. Krzysztof Magda)



Wykład plenarny Jana Królikowskiego
(fot. Krzysztof Magda)



Maciej Kolwas, Jerzy Szwed i Marek Jeżabek
– uczestnicy panelu „Quo Vadis...”
(fot. Krzysztof Magda)



Jadwiga Salach w dyskusji o nauczaniu fizyki
(fot. Krzysztof Magda)



Józef Spałek – w dyskusji o finansowaniu
nauki w Polsce (fot. Krzysztof Magda)



Andrzej Białas prowadzi dyskusję panelową
nt. fizyki w Polsce (fot. Krzysztof Magda)