

Foton 92

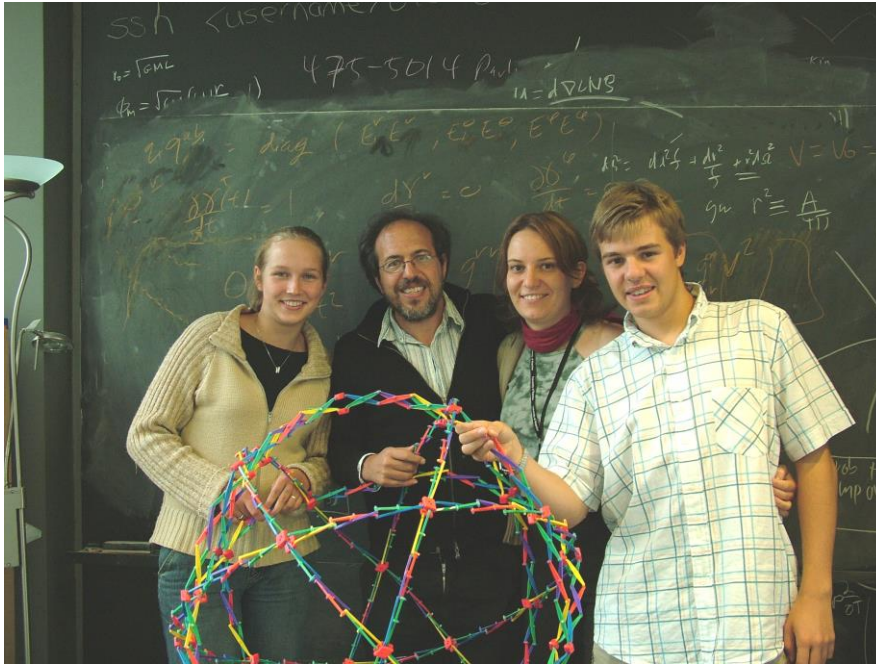
WIOSNA
2006

Pismo dla nauczycieli fizyki i przyrody oraz ich uczniów

INSTYTUT FIZYKI ✦ UNIwersYTETU JAGIELLOŃSKIEGO
SEKCJA NAUCZYCIELSKA POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO

Fotonika
Neutrino
Stypa u Midasa
Komin

On the Track of Modern Physics



Polscy uczestnicy Szkoły Letniej w Kanadzie w 2005 r.
Iza Balwierz (z lewej) i Tomek Kubik (z prawej) w towarzystwie wykładowcy
prof. Lee Smolina i polskiej opiekunki pani Dobromiły Nowak-Szczepaniak



Krajobraz po Roku Fizyki 2005

Z Rokiem Fizyki wiąże się nadzieje, że kryzys w nauczaniu fizyki minie. Osiągnięte zostało dno – fizyka powszechnie została obwołana straszakiem szkoły, najbardziej nienawidzonym przedmiotem, w rezultacie zaczęła stopniowo wycofywać się ze szkół. Rok 2005 pokazał dobitnie, iż zainteresowanie fizyką jest dość powszechne, aczkolwiek raczej powierzchowne, że dobre rezultaty daje wprowadzanie fizyki ze szkoły – w sensie dosłownym – na ulice (festiwale), do wszelkich muzeów, parków, do mediów. Zdaliśmy sobie sprawę, że stare, poszuflakowane, nudne, niedostosowane do poziomu uczniów metody ponoszą fiasko i są całkiem zwyczajnie odrzucane przez uczących się. Wypracowanie nowych metod rodzi się w bólach, niby wiadomo co i jak, ale jak to często bywa, w zderzeniu z rzeczywistością szkolną efekty mogą być kiepskie. W słusznej pogoni za pedagogiczną jakością nauczycieli ich znajomość fizyki jako takiej zeszła na dalszy plan. Mam nadzieję, że to się zmieni.

Optymizmem napawa pomysłowość nauczycieli. Jeśli tylko biurokracja i narzucane sztywne reguły tego nie zdławią, to po latach zobaczymy efekty. Bogaty arsenał środków, prostych demonstracji i doświadczeń jest powszechnie dostępny w czasopiśmie, podręcznikach i Internecie. Nie trzeba być samemu zmyślnym „konstruktorem”, by te doświadczenia z uczniami wykonywać. Nie każdy ma jednak ochotę i siłę, by zmagać się z oporem materii, to jest z brakiem motywacji do nauki uczniów i ich rodziców, z brakiem czasu, liczebnością klas, a nade wszystko z brakiem doceniania wysiłków, ciekawych inicjatyw, wychodzenia poza minimum. Zdumiewa polityka oświatowa nie tylko w Polsce, także i w bogatych Niemczech, która nie wykorzystuje niżu demograficznego do zmniejszenia liczebności klas i tym samym do poprawienia jakości nauczania. I dzieje się to w czasach, gdy produkcja przemysłowa idzie w kierunku indywidualizacji, dostosowywania do potrzeb poszczególnych klientów. A w oświacie dalej trwamy przy starej oszczędnej (pozornie) formule: równo, pod sznurek.

Cieszy wzrastające zainteresowanie fizyką na maturach. Oby tego nie zgasić kiepską jakością zadań maturalnych, nieprzynoszącą chluby fizyce! *Foton* chce Państwu towarzyszyć i wspierać Państwa w ciekawym nauczaniu; nie bójcie się trochę poeksperymentować, naśladować dobre pomysły. Ale krytycyzm powinien zawsze Państwu towarzyszyć, nawet jeśli dotyczy ofert sygnowanych przez autorytety (*vide* artykuł o zadaniach maturalnych).

Z.G-M



Contents

The Year of Physics and its impact on teaching <i>Zofia Gołąb-Meyer</i>	1
Neutrino – a particle of 21 st century? <i>Krzysztof Fiałkowski</i>	5
Green light for photonics <i>Wojciech Gawlik</i>	11
King Midas' funeral feast <i>Grzegorz Karwasz</i>	16
NMR Spectroscopy – a tool for chemists, biologists and physicians <i>Barbara Blicharska</i>	17
What does scientific success consists of? <i>Andrzej Staruszkiewicz</i>	20
Interview with a Nobel Prize Winner – Prof. Roy Glauber <i>Zofia Gołąb-Meyer</i>	26
On the track of Modern Physics <i>Grzegorz Karwasz</i>	28
Speed vs. velocity in USA <i>Andrzej Sokółowski</i>	30
What NOT to read. On new State Exams in physics	33
Experiments. Physics in a toy shop <i>Stanisław Bednarek</i>	38
Obligatory experiments. Measurement of the gravitational acceleration using the mathematical pendulum <i>Dagmara Sokółowska, introd. Z. Gołąb-Meyer</i>	41
Gravimetry	46
How does it work? – The Chimney <i>Dagmara Sokółowska</i>	48
Problems <i>Adam Smólski</i>	51
What to read. Fundamentals of Physics, D. Halliday, R. Resnick, J. Walker	53
International Atomic Energy Agency in philately <i>Jerzy Bartke</i>	55
Science on Stage 2005 – a report <i>Marek Lipiński</i>	58
Summer School in Canada – a high-school student report <i>Izabela Balwierz</i>	61

Cont. p. 4



Spis treści

Krajobraz po Roku Fizyki 2005 <i>Zofia Gołąb-Meyer</i>	1
Neutrino – cząstki XXI wieku? <i>Krzysztof Fiałkowski</i>	5
Zielone światło dla fotoniki <i>Wojciech Gawlik</i>	11
Na stypie u króla Midasa <i>Grzegorz Karwasz</i>	16
Spektroskopia NMR jako narzędzie badań chemika, biologa i lekarza <i>Barbara Blicharska</i>	17
Istota sukcesu naukowego <i>Andrzej Staruszkiewicz</i>	20
Wywiad internetowy z Profesorem Royem Glauberem, laureatem Nagrody Nobla z fizyki, 2005 <i>Zofia Gołąb-Meyer</i>	26
Droga do fizyki współczesnej <i>Grzegorz Karwasz</i>	28
Czy potrzebne jest rozróżnienie pojęć prędkość i szybkość? <i>Andrzej Sokółowski</i>	30
Czego NIE czytać. O zadaniach maturalnych	33
Kącik doświadczalny. Fizyka w sklepie z zabawkami <i>Stanisław Bednarek</i>	38
Doświadczenia obowiązkowe. Wyznaczanie wartości przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego <i>Dagmara Sokółowska ze wstępem Z. Gołąb-Meyer</i>	41
Grawimetria	46
Jak to działa? Komin <i>Dagmara Sokółowska</i>	48
Kącik zadań <i>Adam Smólski</i>	51
Co czytać	53
Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej i filatelistyka <i>Jerzy Bartke</i>	55
Nauka na Scenie, Genewa 21–25 XI 2005 <i>Marek Lipiński</i>	58
Międzynarodowa Letnia Szkoła dla Młodych Fizyków 2005 w Waterloo, Kanada <i>Izabela Balwierz</i>	61
Komunikat. Zakopiańskie Przedszkole Fizyki 2006	65

Przedszkole Fizyki 2005 okiem uczestnika	
<i>Izabela Balwierz</i>	65
Dziennikarstwo naukowo-przyrodnicze	
<i>Edward A. Görlich</i>	67
Strong – wiersz Marko Budisy (polskie tłumaczenie)	68
Czytamy po angielsku. Motion of Coupled Oscillators	69
Fizyka w Internecie. Zimowa Olimpiada na Księżycu? Muzea nauki na świecie	70
GIREP	71
VI Ogólnopolski Konkurs na Doświadczenie Pokazowe z Fizyki, Kraków 2006	72
Komunikaty	73
Komunikaty Redakcji	76
Komunikat. First Step to Nobel Prize in Physics	77

Kindergarten of Physics in Zakopane 2005	
<i>Izabela Balwierz</i>	65
Postgraduate Study on Scientific Writing in Jagellonian University	
<i>Edward A. Görlich</i>	67
Strong – a poem by Marko Budisa (Polish translation)	68
Reading in English. Motion of Coupled Oscillators	69
Physics in the Internet. Lunar Olympics. Science musea in the world	70
GIREP	71
Polish Physical Society Competition on: Demonstrations in Physics	72
Announcements	73
Editorial News	76
Announcement. First Step to Nobel Prize in Physics	77



Neutrino – cząstki XXI wieku?

Krzysztof Fiałkowski

Instytut Fizyki UJ

Można śmiało powiedzieć, że na przełomie XX i XXI wieku jednymi z najintensywniej badanych obiektów fizycznych są neutrino. Na liście Nagród Nobla z fizyki w ostatnim dwudziestolecu aż trzykrotnie znajdujemy prace dotyczące neutrino: w 1988 roku Leon Lederman, Melvin Schwartz i Jack Steinberger otrzymali nagrodę za wykonany ćwierć wieku wcześniej eksperyment dowodzący istnienia dwu rodzajów neutrino, w 1995 roku po półwieczu nagrodzono „doświadczalnego odkrywcę neutrino” – Fredericka Reinesa, a w 2002 roku Raymonda Davisa i Masatoshi Koshibę badających neutrino, które nadchodzą do nas ze Słońca i innych źródeł „kosmicznych”. W najważniejszym indeksie prac naukowych ISI można sprawdzić, że przed dziesięciu laty publikowano rocznie około pięćset prac poświęconych neutrinom, a w 2005 roku opublikowano ich ponad tysiąc czterysta. Niektóre prace sprzed ośmiu lat zebrały ponad dwa tysiące cytowań. Jak wytłumaczyć tak niezwykle zainteresowanie cząstkami, które nie wchodzi w skład otaczającej nas „zwykłej” materii i oddziałują z nią tak słabo, że wydają się nie mieć na nią żadnego wpływu?

Po pierwsze, wypada przyznać, że historia badań neutrino jest naprawdę niezwykła¹. Jest to chyba jedyna cząstka, której „datę urodzin” znamy z dokładnością do dnia. W dniu 4 grudnia 1930 roku Wolfgang Pauli, wielki fizyk niemiecki (laureat Nagrody Nobla, ale za prace niezwiązane z neutrinami), napisał do kolegów zebranych na posiedzeniu oddziału Towarzystwa Fizycznego sławny list, zaadresowany żartobliwie do „szanownych radioaktywnych pań i panów”. W liście tym zaproponował, aby wytłumaczyć anomalie obserwowane przy badaniu tzw. rozpadów beta istnieniem nieznanego dotąd neutralnej cząstki, która powstaje w tych rozpadach (obok rejestrowanego przez aparaturę elektronu). Cząstkę tę nazwał zresztą „neutronem” i dopiero w parę lat później, po odkryciu przez Chadwicka neutralnego partnera protonu wchodzącego w skład jąder atomowych, wielki fizyk włoski Enrico Fermi zaproponował, aby tej właśnie cząstce nadać nazwę wymyśloną przez Pauliego, a „cząstkę Pauliego” nazwać po włosku zdrobniale „neutrino”, gdyż dane sugerowały, że jej masa była znacznie mniejsza od mas protonu i neutronu.

¹ Obszerniejsze omówienie historii badań neutrino do 1998 roku zamieściłem w książeczce *Opowieści o neutrinach*, ZamKor, Kraków 1998. Nagrody Nobla za prace dotyczące neutrino i inne najważniejsze odkrycia z tej dziedziny były już omawiane w *Fotonie* 60, 66, 69, 74, 79, 82.

Skoro neutrino miało być obojętne elektrycznie, jego detekcja musiała być trudniejsza niż rejestracja elektronu, co tłumaczyło dotychczasową „niewidzialność” neutrino. Pauli dopuszczał możliwość, że prawdopodobieństwo oddziaływania neutrino z materią jest niewiele mniejsze (np. dziesięć razy) niż dla fotonu o podobnej energii. Wkrótce jednak inni wybitni fizycy, Bethe i Peierls, oszacowali to prawdopodobieństwo (na podstawie analizy średnich czasów rozpadu beta) i okazało się, że jest ono o wiele rzędów wielkości mniejsze. Nie tylko cała Ziemia, ale nawet Słońce nie stanowi istotnej przeszkody dla neutrin – prawdopodobieństwo oddziaływania pojedynczego neutrino podczas przejścia przez Słońce jest znacznie mniejsze od $\frac{1}{2}$ (dla neutrin o energiach typowych dla rozpadów beta). Po zapoznaniu się z obliczeniami Bethego i Peierlsa Pauli oświadczył, że stawia skrzynkę szampana każdemu, kto zdoła zarejestrować oddziaływanie neutrin.

Zakład wydawał się całkiem bezpieczny, ale już za życia Pauliego oddziaływanie neutrino z materią zostało jednak zaobserwowane. Wy tłumaczenie tej pomyłki fizyka znanego z niezwyklej wręcz intuicji jest dość proste: Pauli nie wiedział, że jądra atomów ciężkich pierwiastków, takich jak uran lub pluton, ulegają rozszczepieniu po zderzeniu z neutronem. Nie mógł więc przewidzieć, że proces ten może zachodzić w formie reakcji łańcuchowej, w której podczas każdego kolejnego rozszczepienia powstaje kilka nowych neutronów zdolnych do zainicjowania kolejnych rozszczepień. Taki proces zachodzi w bombie atomowej, a w formie kontrolowanej – w reaktorze jądrowym. Powstają przy tym ogromne ilości jąder bogatych w neutrony i swobodnych neutronów, które ulegają rozpadom beta, produkując strumienie neutrin miliony razy silniejsze niż z wszelkich źródeł znanych w 1930 roku. Jeśli nawet prawdopodobieństwo oddziaływania pojedynczego neutrino w aparaturze jest rzędu jednej bilionowej, z pewnością zarejestrujemy przynajmniej kilkadziesiąt oddziaływań, gdy przez aparaturę przeleci kilka dziesiątków bilionów neutrin!

W rzeczywistości doświadczenie takie jest bardzo trudne, bo reaktor jest oczywiście potężnym źródłem wielu innych rodzajów promieniowania i odróżnienie oddziaływań neutrin od pozostałych możliwych procesów wymaga bardzo wyrafinowanych metod eksperymentalnych. Nie będziemy ich tu omawiać; zainteresowany czytelnik może znaleźć szczegóły w licznych podręcznikach i książkach popularnych. Wspomniany już Frederick Reines wraz ze swoim współpracownikiem Clyde'em Cowanem (który nie dożył niestety Nagrody Nobla) prowadzili długo takie badania w latach pięćdziesiątych XX wieku i zmuszeni byli do przeniesienia aparatury z Hanford do innego, potężniejszego reaktora w Savannah River, zanim osiągnęli sukces. Odkrywczy zawiadomili oczywiście Pauliego o swoim triumfie, ale nie dostali nie tylko szampana, ale nawet telegramu z gratulacjami, który Pauli podobno wysłał...

Tymczasem okazało się, że sama natura dostarczyła nam powszechnie dostępnego źródła neutrin, oferującego strumienie tych cząstek porównywalne ze

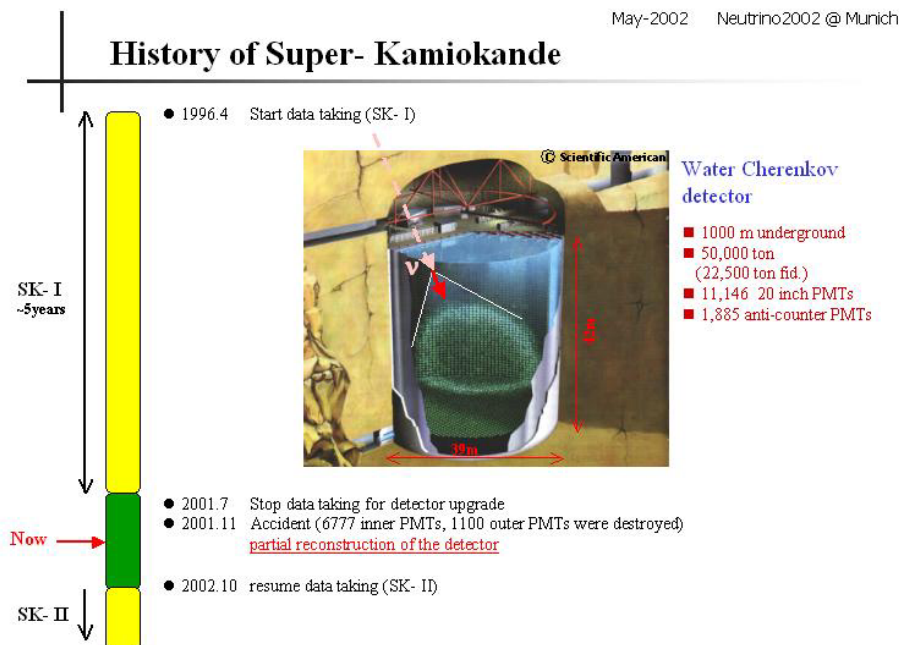
strumieniami neutrin powstających w reaktorach. Źródłem tym jest Słońce, które czerpie energię z reakcji jądrowych zachodzących w jego wnętrzu. Podczas tych reakcji powstają tak ogromne ilości neutrin, że nawet na Ziemi oddalonej o 150 milionów kilometrów powinna być możliwa ich obserwacja. Przez każdy centymetr kwadratowy powierzchni Ziemi (a więc także i naszych ciał) przelatuje w każdej sekundzie ponad 60 miliardów neutrin pochodzących ze Słońca! Na szczęście niewiele z nich oddziałuje w naszym ciele nawet w ciągu całego życia.

Rejestracja neutrin „słonecznych” nie jest jednak łatwa. Wspomniany wyżej Raymond Davis skonstruował także w latach pięćdziesiątych służącą do tego celu aparaturę, której głównym elementem był umieszczony w starej kopalni Homestake wielki zbiornik wypełniony czterochlorkiem węgla (tani środek czyszczący). Neutrino przenikały w głąb Ziemi (pochłaniającej większość innych rodzajów promieniowania), oddziaływały w zbiorniku z jądrami chloru i zmieniały je w jądra radioaktywnego izotopu innego pierwiastka – argonu. Co kilka dni przepłukiwano zbiornik gazem, który „zbierał” argon, a następnie mierzono liczbę rozpadów jąder argonu, oceniając w ten sposób liczbę oddziaływań neutrin. Wynik był zaskakujący – przez niemal pięćdziesiąt lat systematycznie obserwowano o połowę mniej oddziaływań, niż przewidywała teoria! Wydawało się, że są tylko dwa możliwe wyjaśnienia: albo aparatura „gubi” przypadki, albo Słońce wysyła mniej neutrin, niż powinno.

Ostatecznie okazało się jednak, że i analiza eksperymentu, i teoria opisująca Słońce były poprawne. Nie uwzględniono innego efektu: możliwości przemiany neutrin powstających w Słońcu w neutrino innego rodzaju. Istnienie dwu rodzajów neutrin stwierdzono już w latach sześćdziesiątych XX wieku we wspomnianym wyżej eksperymencie Ledermana, Schwartza i Steinbergera, a trzecie neutrino odkryto pośrednio w dziesięć lat później (zarejestrowano zaś już w naszym stuleciu). Neutrino dwu nowych rodzajów nie mogły inicjować reakcji wykorzystywanej w aparaturze Davisa, co tłumaczyło obserwowany deficyt. Kolejne eksperymenty potwierdziły, że neutrino „słoneczne” ulegają w drodze na Ziemię przemianie, a podobny efekt występuje też dla neutrin powstających w atmosferze ziemskiej. Wśród tych eksperymentów kluczowym był zainicjowany przez Masatoshi Koshibę eksperyment Kamiokande, w którym oddziaływania neutrin w podziemnym zbiorniku (zawierającym 50 tysięcy ton czystej wody) obserwowano dzięki rejestracji tzw. promieniowania Czerenkowa, wysyłanego przez cząstki powstające w tych oddziaływaniach (elektrony i miony).

Efekt przemiany, czyli tzw. oscylacji neutrin, jest efektem kwantowym i jego analiza wymaga zaawansowanych metod matematycznych. Z praktycznego punktu widzenia bardzo ważne jest, że może on zachodzić tylko dla cząstek o niezerowej masie. Tymczasem żadne dotychczasowe doświadczenia nie pozwoliły na zmierzenie mas neutrin; dostarczały one jedynie górnej granicy, czyli maksymalnej możliwej wartości masy zgodnej z danymi. Granica ta obniżała się szybko

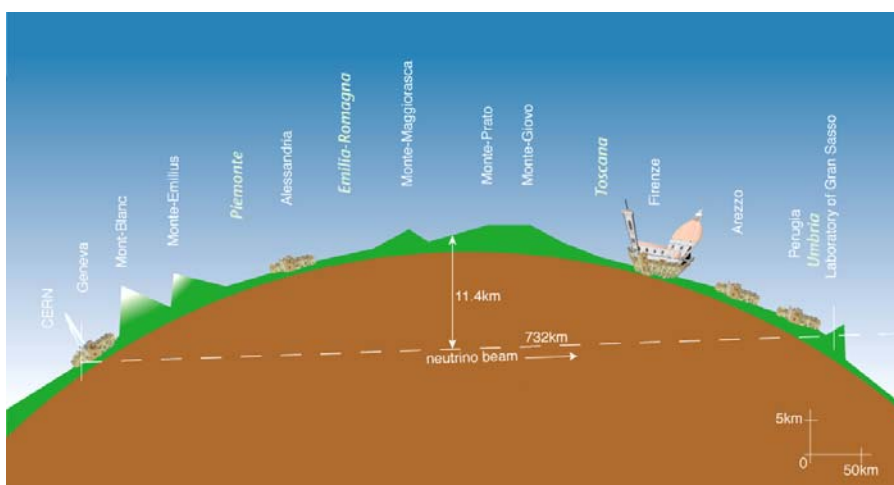
i pod koniec XX wieku wiadomo już było, że neutrino jest setki tysięcy razy „lżejsze” od elektronu, cząstki o najmniejszej zmierzonej dotąd masie. Wydawało się więc naturalne przyjęcie, że neutrino ma masę zerową. Teraz dowiedzieliśmy się, że nie jest to prawda! Wymaga to modyfikacji obowiązującego obecnie w fizyce modelu oddziaływań elementarnych, tzw. modelu standardowego.



Oscylacje neutrin są tak fascynujące, że fizycy postanowili zbadać je na wiązce kontrolowanej lepiej niż neutrino słoneczne i „atmosferyczne”. Wysłano więc do detektora eksperymentu Kamiokande wiązkę neutrin z odległego o paręset kilometrów ośrodka akceleratorowego KEK. Zauważmy, że wiązka taka nie wymaga rury próżniowej ani innej „prowadnicy” – ziemia jest praktycznie całkowicie przezroczysta dla neutrin! Dotychczasowe wstępne wyniki tego eksperymentu zwanego „K2K” potwierdzają dane z wcześniejszych eksperymentów. Mamy nadzieję, że kolejny eksperyment, w którym wiązka neutrin z ośrodka CERN pod Genewą dotrze pod Alpami do odległego o siedemset kilometrów podziemnego laboratorium Gran Sasso we Włoszech, dostarczy dokładniejszych danych o oscylacjach, pomoże wyznaczyć masy neutrin i teoretycznie wyjaśnić ich wartości.

Przedstawione wyżej fakty nie wyczerpują bogatej listy przyczyn atrakcyjności fizyki neutrin. Do badania oscylacji neutrin przeprowadzono w Japonii kolejny

eksperyment, w którym rejestrowano neutrino z wszystkich reaktorów odległych od detektora o mniej niż tysiąc kilometrów. Łatwo można sobie wyobrazić, że po precyzyjnym sprawdzeniu teorii oscylacji podobny eksperyment może służyć do zdalnej kontroli pracy reaktorów. Do stwierdzenia, czy dane państwo przestrzega zasad pokojowego wykorzystania energii jądrowej, nie będzie już potrzebna inspekcja MAEA. W przedstawionym ostatnio projekcie, graniczącym z fantastyką, proponuje się nawet użycie potężnej wiązki neutrin w celu zdalnego niszczenia nielegalnych zapasów broni jądrowej.

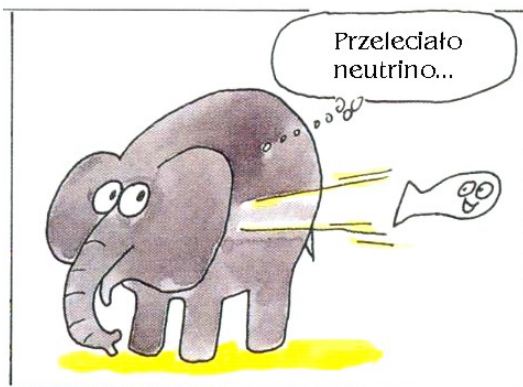


Innym zastosowaniem tego samego detektora neutrin był przeprowadzony ostatnio eksperyment, w którym zmierzono radioaktywność wnętrza Ziemi. Wyniki sugerują konieczność modyfikacji obowiązujących obecnie modeli naszej planety; wydaje się, że rozpady jąder ciężkich pierwiastków odegrały w jej ewolucji większą rolę, niż dotąd zakładano. Wielkie nadzieje wiąże się też z nowymi badaniami neutrin „kosmicznych”, które mogą dostarczyć „obrazu tomograficznego” wnętrza Ziemi, przez którą przenikają równie łatwo jak promienie Rentgena przez nasze ciało.

Sądzymy też, że rola badań neutrin dla zrozumienia procesów zachodzących w Słońcu jest dopiero pierwszym krokiem nowej gałęzi wiedzy: astrofizyki neutrinowej. Badanie neutrin słonecznych było tak cenne, bo wytwarzane w centrum Słońca fotony doznają w drodze na powierzchnię tyłu rozproszeń, że wydostają się na powierzchnię Słońca średnio dopiero po setkach tysięcy lat, podczas gdy neutrino przebywają tę drogę w kilka sekund. Nasza wiedza o procesach zachodzących w bardziej egzotycznych obiektach kosmicznych, np. w jądrach galaktyk,

jest oparta wyłącznie na obserwacjach promieniowania elektromagnetycznego, a więc jest bardzo pośrednia i zniekształcona. Jeśli nauczymy się rejestrować neutrino z takich źródeł, z pewnością poznamy wiele nowych faktów i zjawisk.

Wielu fizyków sądzi więc, że wiek XXI będzie „wiekiem neutrino”, w którym cząstki te przestaną być jedynie przedmiotem badań podstawowych, a staną się nowym, cennym narzędziem badań stosowanych i techniki. Wypada tu przypomnieć, że nasz znakomity pisarz Stanisław Lem uczynił fizykę neutrino kanwą aż dwu swoich powieści. W *Głosie Pana* kosmiczni „starsi bracia” właśnie w wiązce neutrino kodują przesłanie, które ludzkość zmuszona stara się odcyfrować, a w *Solaris* myślący ocean umie konstruować z neutrino stabilne układy, które stanowią repliki osób odtwarzanych z analizy myśli ludzi. To pierwsze jest chyba możliwe (choć niekoniecznie w sposób opisany przez pisarza), to drugie raczej sprzeczne ze znaną fizyką – ale któż może przewidzieć przyszłość...



Obrazki z komiksu *Świat cząstek* Briana Southwortha i Georgesa Boixadera, Państwowa Agencja Atomistyki, Departament Szkoleń i Informatyki Społecznej, Warszawa 1996



Zielone światło dla fotoniki

Wojciech Gawlik
Instytut Fizyki UJ

Czym jest światło, wie każdy... W końcu, parafrazując nieco ks. Chmielowskiego z *Nowych Aten*, można powiedzieć „światło jakie jest, każdy widzi”. Czy jednak wszyscy widzą to samo i tak samo odpowiedzieliby na powyższe pytanie? Gdybyśmy je zadali różnym ludziom, usłyszelibyśmy wiele różnych odpowiedzi. Jedni twierdziliby, że to źródło życia na Ziemi; inni, że to środek postrzegania rzeczywistości; kto inny podkreślałby, że światło jest źródłem inspiracji artystów i poetów. Każda z tych odpowiedzi byłaby słuszna, jednak żadna nie wyczerpywałaby złożoności problemu. Nic więc dziwnego, że światło będące dla wielu ludzi odwiecznym przedmiotem fascynacji jest też od zarania wyzwaniem dla naukowców. Fizycy od wieków próbowali odpowiedzieć na pytanie, czym jest światło. O ile do korzystania ze światła nie potrzebna jest żadna wiedza (światło, jakie jest, każdy widzi...), o tyle wyjaśnienie jego natury przez wieki angażowało najtęższe umysły. Zajmowały się tym takie autorytety, jak m.in. Newton, Einstein, a także Johann Wolfgang von Goethe, który był nie tylko wielkim poetą romantycznym, lecz – o czym się nie wie tak powszechnie – również wybitnym przyrodnikiem, który wszedł do historii nauki dzięki swemu dziełu *Zur Farbenlehre*. Choć przełom w naszym rozumieniu światła dokonał się już w XIX wieku w wyniku odkryć teoretycznych (James Clark Maxwell) i doświadczalnych (Heinrich Hertz), to w pełni zagadka światła została wyjaśniona całkiem niedawno: dopiero w 2005 r. Nagroda Nobla dla Roya Glaubera za kwantową teorię spójności światła ostatecznie zamknęła ten problem.

Gdy już zrozumieliśmy, czym jest światło, stało się możliwe naukowe badanie sposobów jego wytwarzania, przemiany, detekcji – tym zajmowała się optyka, a później fizyka atomów i cząsteczek. Są to dziedziny, które były i są aktywnie i z sukcesami uprawiane w Polsce.

W Krakowie na Uniwersytecie Jagiellońskim badania w tym kierunku rozwinięły się szczególnie po II wojnie światowej, kiedy to w ramach ówczesnych „wędrówek ludów” przybył z Wilna do Krakowa wielki polski fizyk – Profesor Henryk Niewodniczański. Wśród wielu jego zasług dla krakowskiej nauki jest też i wkład w rozwój optyki atomowej, jak wówczas nazywano tę dyscyplinę. W IF UJ powstał Zakład Optyki Atomowej pod kierunkiem Profesor Danuty Kunisz, w którym rozpoczęto uprawianie nowoczesnej fizyki i optyki atomowej. W latach 70. dyscyplina ta przeżywała szczególnie żywy rozwój dzięki powstaniu laserów, co przyciągało do niej coraz liczniejszych entuzjastów. Ten entuzjazm był nam

wówczas bardzo potrzebny, bo braki aparatury były tak dotkliwe, że bez niego nie można byłoby prowadzić żadnych badań. Mimo tych braków mogliśmy jednak stosunkowo łatwo jeździć i nawiązywać kontakty z najlepszymi uczonymi na świecie. Wiele z kontaktów nawiązanych wtedy trwa i owocuje do dzisiaj.

Lasery to niezwykle źródła światła. Są one całkowicie wytworem pracy fizyków, w zasadzie niewystępującym w naturalnej formie w przyrodzie. Emitowane przez nie światło ma unikalne własności – spójność, intensywność, wysoki stopień kolimacji, a także może być wytwarzane w bardzo precyzyjnie określonym kolorze (monochromatyczność), który ponadto możemy obecnie dostrajać do rezonansowego oddziaływania z dowolnym atomem. Takie własności z jednej strony pozwalają nam bardzo precyzyjnie badać nieznane jeszcze aspekty oddziaływania atomów z silnym polem laserowym, a z drugiej – zmieniać i manipulować własnościami atomów i cząsteczek. Pojawiły się dzięki temu nowe dyscypliny, takie jak optyka nieliniowa, optyka kwantowa czy żywiołowo rozwijająca się obecnie fotonika. Nazwa „fotonika” nie jest precyzyjnie zdefiniowana – nie jest to łatwe wobec ciągłego rozwoju dyscypliny. W największej ogólności dotyczy procesów wytwarzania, przesyłania i przetwarzania informacji za pomocą fotonów – podobnie jak w przypadku elektroniki dzieje się to za pomocą elektronów.

Na szybki rozwój optyki i fotoniki składa się kilka przyczyn. Z jednej strony, z pomocą nowych źródeł światła i metod optycznych, znacznie przecież tańszych od ogromnych akceleratorów i mieszczących je centrów naukowych, uzyskano wiele wyników o najwyższym znaczeniu dla badań podstawowych. Wystarczy tu wspomnieć liczne Nagrody Nobla przyznane z fizyki i chemii (z czego aż cztery w ostatnich ośmiu latach!) za badania wykorzystujące metody optyczne. Z drugiej strony, metody optyczne coraz częściej są wykorzystywane w innych dziedzinach. Ten kontakt różnych dyscyplin działa inspirująco w obu kierunkach i w wyniku tego rozwijają się nowe zastosowania (np. sprzęt komputerowy: drukarki laserowe czy pamięci optyczne, techniki światłowodowego przesyłania danych, ultraprecyzyjne urządzenia do najrozmaitszych pomiarów i diagnostyki oraz terapii medycznej, i bardzo wiele innych), a także nowe interdyscyplinarne kierunki badawcze – nanofotonika, biofotonika itp.

Czytelnikom *Fotonu* pokażemy ten rozwój fotoniki na przykładzie badań fizyków krakowskich, a zwłaszcza Zakładu Fotoniki.

W Zakładzie Fotoniki IF UJ działa obecnie kilka grup badawczych. Jedna z nich od lat rozwija diagnostykę plazmy metodami precyzyjnej spektroskopii laserowej. Metody te są bardzo ważne dla charakterystyki i kontroli procesów, w których wytwarza się nowoczesne materiały – m.in. niezwykle wytrzymałe cienkie warstwy diamentowe. W przypadku otrzymania materiałów o oczekiwanych parametrach konieczna jest precyzyjna diagnostyka źródeł plazmowych, których działanie w temperaturach rzędu tysięcy stopni podlega bardzo złożonym

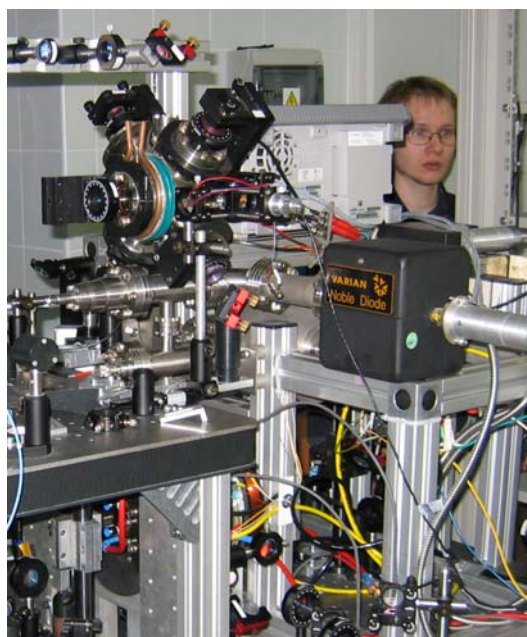
i nie do końca znanym prawom. W Zakładzie Fotoniki opracowano bardzo czułe metody badania plazmy za pomocą laserów, obecnie stosowane w laboratoriach na całym świecie.

O ile pierwsza grupa wykorzystuje w Zakładzie Fotoniki lasery do badań ośrodków bardzo gorących, o tyle druga grupa stosuje fotonikę także do ekstremalnych temperatur, ale tym razem skrajnie niskich – bliskich absolutnego zera (ok. 0,00003 Kelwina powyżej zera bezwzględnego). W takich temperaturach – znacznie niższych niż w kosmosie – materia przejawia bardzo niezwykle własności, ogromnie interesujące dla wyjaśnienia wielu problemów współczesnej fizyki: nadciekłości, nadprzewodnictwa, stworzenia nowej generacji komputerów kwantowych i wielu innych problemów podstawowych oraz fascynujących i ważnych zastosowań. Rzeczą niezwykłą nawet dla fizyków jest fakt, że te ultraniskie temperatury osiągamy za pomocą światła laserowego, które powszechnie kojarzy się ze źródłem energii, a więc ciepła.



Jak widać, badania niskich temperatur prowadzone są naprawdę na wysokim poziomie...

Kolejne pole aktywności Zakładu to badania nieliniowych efektów magneto-optycznych, indukowanych przez spójne promieniowanie laserowe. Zjawiska te mają jeszcze większe możliwości zastosowań, m.in. w informatyce przyszłości – informatyce kwantowej. W odróżnieniu od znanych obecnie komputerów, w informatyce kwantowej nośnikiem informacji nie jest zwykły bit, ale specjalny stan kwantowy, tzw. qubit. Różnica nie ogranicza się tylko do nazwy, ale dotyczy całkowicie innych operacji logicznych, jakie wykonywane być mogą na qubitach (patrz artykuł *Komputery kwantowe* Szymona Pustelnego w *Fotonie* 81). Ta nowa logika może pozwolić na znacznie szybszą pracę komputerów kwantowych. Choć do osiągnięcia tego celu droga jest jeszcze bardzo daleka, o tym, że jest ona realna, świadczą sukcesy innego działu informatyki kwantowej – tzw. kryptografii kwantowej, która po okresie prób weszła już w fazę komercjalizacji. Kolejne ważne zastosowania to budowa niezwykle czułych urządzeń pomiarowych. Np. precyzyjne magnetometry, nad których podstawami fizycznymi pracujemy, będą zdolne wykrywać zarówno ukryte w ziemi surowce, jak i łodzie podwodne czy niebezpieczne materiały, od pojedynczych bakterii (np. węglika) po materiały wybuchowe. Z drugiej strony, mogą one służyć również do bezinwazyjnych badań pracy serca czy mózgu.



Serce i mózg aparatury

Tematykę medyczną, a ściślej: badania wpływu promieniowania laserowego na elementarne procesy biologiczne i medyczne oraz własności różnych substancji ważnych dla życia i prawidłowego funkcjonowania organizmów, uprawiamy też we współpracy z kolegami z innych zespołów badawczych, w tym również z Collegium Medium UJ. Szczególnie interesują nas procesy, w których światło działa jako katalizator specyficznych reakcji chemicznych, które sterują określonymi procesami biologicznymi w tkankach i organizmach. Powszechnie znanym przykładem jest proces fotosyntezy, którego pełne zbadanie wciąż stanowi wyzwanie dla uczonych różnych specjalności. Dla medycyny, a zwłaszcza dla walki z nowotworami, szczególnie atrakcyjna jest też tzw. diagnostyka i terapia fotodynamiczna. Polega ona na wprowadzeniu do organizmu pacjenta specjalnej substancji, która ma dwie niezwykłe własności. Z jednej strony, wiąże się ona wybiórczo z tkanką nowotworową, a z drugiej – po oświetleniu światłem o odpowiedniej długości fali wchodzi w reakcje chemiczne ze swym otoczeniem, dzięki którym możliwe jest selektywne niszczenie nowotworu bez skutków ubocznych dla tkanek zdrowych. O ile sama zasada tej metody jest znana, o tyle do jej powszechnego zastosowania niezbędne są szczegółowe badania wymagające połączenia wiedzy fizycznej, zwłaszcza z zakresu optyki i fotoniki, z medycyną.

Innym rodzajem badań, które rozwijamy w Zakładzie Fotoniki, są badania nowych materiałów optycznych i fotonicznych. Unikalna aparatura i wyrafinowane metody, jakie przez wiele lat rozwijaliśmy w odniesieniu do badań podstawowych, mogą być bardzo przydatne do takich zastosowań. Nawiązaliśmy w tym zakresie współpracę m.in. z Instytutem Technologii Materiałów Elektronicznych w Warszawie, gdzie są syntetyzowane rozmaite materiały o niezwykłych parametrach. Zakład jest też członkiem konsorcjum Optoelektronika Polska, będącej platformą, na której odbywa się kontakt między działającymi w fotonice naukowcami i przemysłem.

Bez wątpienia dla fotoniki zapaliło się zielone światło. W Krakowie dyscyplina ta ma i wspaniałe tradycje, i doskonałe warunki rozwoju. Mamy nadzieję je wykorzystać i zachęcamy wszystkich, którzy mieliby ochotę nam w tym pomóc, do studiów fizyki, SMP, inżynierii materiałowej, po których możliwe jest specjalizowanie się w zakresie fotoniki.



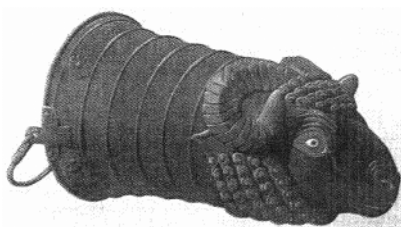
Na stypie u króla Midasa

Grzegorz Karwasz

Pomorska Akademia Pedagogiczna w Słupsku

Czy można stwierdzić, co jedzono na uczcie 3000 lat temu? Okazuje się, że tak!

W 1999 roku archeolodzy odkryli w Azji Mniejszej, na terenie dawnej Frygii, grób pełen wszelkich kosztowności, pereł, kamieni szlachetnych, ciężkich tkanin i wyszukanych naczyń z brązu. Bogactwo pochówku wskazywało na wysoką rangę zmarłego, natomiast miejsce znaleziska i jego wiek – na pokrewieństwo kulturowe z przedklasyczną Grecją.



Na dnie kielichów z brązu w formie owczych głów były jakieś resztki, widoczne nieomalże gołym okiem. Czyżby okruchy ze stypy? Było ich jednak zbyt mało (no i nieco nieświeże!), aby pokusić się o skosztowanie. Ślinka jednak leci! Na szczęście na cóż współczesna nauka! Powie Ci (i policji) nie tylko, ile wypileś, ale i jakiej marki alkoholu! Różne techniki, które posłużyły do określenia, co jedzono na stypie u króla Midasa, określamy wspólnie nazwą **spektroskopii** (od greckiego słowa *spectrum*, czyli widmo).

Okazuje się, że na stypie króla Midasa bynajmniej sobie nie żałowano: na dnie ponad 100 kielichów i waz do mieszania trunków znaleziono ślady 16 różnych napojów alkoholowych: gatunkowych win, jęczmiennego piwa i fermentowanego pszczelego miodu. Na dnie półmisek zidentyfikowano co najmniej 14 gatunków mięs, głównie z kóz i baraniny. Mięsa były najpierw podpiekane na ruszcie, później oddzielane od kości, a następnie mieszane z ziołami i przyprawami. Wina i piwa mieszane były w różnych proporcjach i serwowane w wyszukanych pucharach. Co zostało, załadowano królowi Midasowi na drogę przez Styks.

Już sama taka stypa wystarczy, aby zostać bohaterem **mitu**!

<http://lab.pap.edu.pl/~zs/wystawy/droga/stypa.html>



Spektroskopia NMR jako narzędzie badań chemika, biologa i lekarza

Barbara Blicharska

Instytut Fizyki UJ

Coraz częściej lekarze kierują pacjentów na badania „rezonansem magnetycznym”. Podobnie jak kiedyś słowo *rentgen* przyjęło się jako nazwa badania, tak teraz *rezonans* oznacza potoczną nazwę nowej metody obrazowania, opartej na zjawisku magnetycznego rezonansu jądrowego (w skrócie NMR – *nuclear magnetic resonance*). Innymi słowy – jeśli lekarz mówi: „należy wykonać rezonans”, oznacza to, że pacjent winien poddać się badaniu za pomocą urządzenia zwanego tomografem rezonansu magnetycznego (RM), w wyniku którego zobaczyć można wnętrze jego organizmu.

Co to jest zjawisko NMR? W przyrodzie nie występuje ono w sposób naturalny – zostało ono całkowicie wykreowane w laboratoriach przez fizyków na podstawie przewidywań teoretycznych. Obserwuje się je dla jąder atomowych posiadających niezerowy moment magnetyczny. Najpopularniejszym jądrem tego typu jest jądro wodoru, czyli proton. W zjawisku NMR obserwuje się sygnał emitowany przez jądra atomowe pojawiający się po naświetleniu ich promieniowaniem elektromagnetycznym o częstości $\omega = \gamma B_0$, gdzie γ to czynnik żyromagnetyczny charakterystyczny dla danego jądra, a B_0 to stałe pole magnetyczne, w którym umieszczona jest próbka. Wyjaśnienie tego zjawiska jest trudne, ponieważ może być opisane tylko na gruncie fizyki kwantowej. Rozważmy zatem tylko możliwości jego zastosowań.

W pierwszych latach po odkryciu fizycy wykorzystali NMR jako metodę pomiarów momentów magnetycznych i współczynników żyromagnetycznych jąder. Zjawisko NMR wykorzystano też do konstrukcji bardzo czułych magnetometrów, czyli przyrządów do pomiarów pola magnetycznego. Po pojawieniu się magnesów nadprzewodzących rozwinęto technikę spektroskopii wysokiej zdolności rozdzielczej NMR, pozwalającą na otrzymywanie widm związków chemicznych, złożonych z linii pochodzących od jąder rezonansowych, znajdujących się w różnych grupach chemicznych. Dzięki temu chemicy otrzymali narzędzie do określania struktury molekuł. Najbardziej spektakularnym przykładem jego wykorzystania stało się potwierdzenie równoważności atomów węgla w cząsteczce fullerenu C₆₀, dla której otrzymano widmo w postaci pojedynczej linii. Wynik ten świadczył o doskonałej symetrii atomów węgla tej cząsteczki.

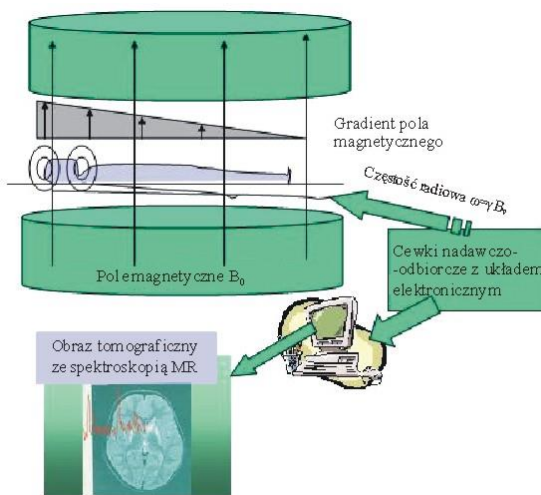
Od zarania badań NMR wiadomo było, że spektroskopia NMR ma wielkie możliwości wykorzystania w biologii i medycynie. Dlatego jej dalszy rozwój zwrócił się właśnie w tym kierunku. Szerokie zastosowania NMR wynikają

z faktu, że metoda ta jest bardzo czuła dla wszechobecnych w materii biologicznej jąder wodoru ^1H (czyli protonów). Przykładowo: widma wodorowe wysokiej zdolności rozdzielczej roztworu białka pozwalają na identyfikację rozpuszczonej makromolekuły. Przy zastosowaniu technik spektroskopii dwuwymiarowej z wykorzystaniem tzw. efektu Overhausera możliwe jest poznanie struktury przestrzennej i ocena dynamiki ruchów molekularnych drobin. Trzeba podkreślić, że jest to jak dotąd jedyna metoda pozwalająca na ocenę rozmiarów makromolekuł biologicznych w roztworze.

Bardzo ważną zaletą spektroskopii NMR jest to, że jest ona **metodą całkowicie nieinwazyjną. Nawet bardzo delikatna próbka nie ulega zniszczeniu podczas badania, a więc może nią być żywy organizm (człowiek)!**

Pomiary częstości należą do najdokładniejszych wykonywanych przez fizyków. Przekroczono już dokładność 10^{-14} . I właśnie na pomiarze częstości opiera się zjawisko NMR. Jak już wcześniej wspomniano, częstość rezonansu próbki zależy od wielkości pola magnetycznego B_0 , w którym została ona umieszczona. W przypadku gdy pole jest niejednorodne (poprzez dodanie tzw. gradientu pola) i zmienia się w określony sposób od jednego do drugiego elementu przestrzeni (w fachowym żargonie nazywa się on voxelem), dla każdego z voxelów częstość rezonansowa jest inna. Możliwa jest rejestracja oddzielnego sygnału (lub widma) NMR od każdego voxelu. Natężenie sygnału zależy m.in. od ilości protonów w voxelu, co stanowi podstawę otrzymywania obrazów tomograficznych wnętrza badanej próbki (patrz rysunek). Ideę tę po raz pierwszy przedstawił na zorganizowanej w Krakowie w IF UJ w sierpniu 1973 r. konferencji *I Specialized Colloque AMPERE* zaproszony przez prof. Jacka Hennela młody naukowiec z Uniwersytetu Nottingham Peter Mansfield, obdarowany za te badania przez królową brytyjską tytułem szlacheckim, późniejszy laureat Nagrody Nobla.

W chwili obecnej metoda obrazowania, nazwana tomografią rezonansu magnetycznego (albo MR Imaging), zawędrowała „pod strzechy” i pomaga lekarzom diagnozować różne choroby w licznych szpitalach na całym świecie. W krakowskich szpitalach i klinikach pracują co najmniej trzy tomografy rezonansu magnetycznego; w Polsce jest ich kilkanaście.



Z wyjątkiem płuc możliwe jest doskonale nieinwazyjne obrazowanie wszystkich części ciała, przy czym najbardziej cenne są obrazy mózgu. Jest on słabo różnicowany za pomocą badań rentgenograficznych, obrazy tomograficzne MR dają zaś możliwość pokazania wielu jego szczegółów.

Coroczne konferencje International Society for Magnetic Resonance in Medicine gromadzą tysiące specjalistów z całego świata, a liczba prezentowanych w tym roku w Miami na Florydzie referatów i komunikatów posterowych wynosiła aż 2830! W Polsce aktywnie działa Polskie Towarzystwo Rezonansu w Medycynie, organizujące zjazdy co trzy lata. Na konferencjach tych spotykają się fizycy, chemicy, biolodzy oraz lekarze. Za osiągnięcia w dziedzinie NMR przyznano już 5 Nagród Nobla. W dziedzinie fizyki otrzymali je: Isidor Isaac Rabi (w 1944 r. za rezonansową metodę poznawania magnetycznych własności jąder atomowych), Felix Bloch i Edward Mills Purcell (w 1952 r. za wkład do rozwoju nowych precyzyjnych metod pomiarów magnetyzmu jądrowego i związane z tym odkrycia), w dziedzinie chemii Richard R. Ernst (w 1991 r. za wkład do metodologii spektroskopii NMR wysokiej zdolności rozdzielczej) i Kurt Wüthrich (w 2002 r. za rozwój spektroskopii NMR w określaniu trójwymiarowej struktury makromolekuł biologicznych w roztworze) oraz w dziedzinie medycyny Paul C. Lauterbur i sir Peter Mansfield (2003 r. za ich odkrycia dotyczące metod obrazowania magnetyczno-rezonansowego).

Oprócz działań komercyjnych, które obecnie zostały przejęte przez znane firmy budujące tomografy MR, fizycy nadal prowadzą dalsze prace czysto badawcze z dziedziny NMR. Dotyczą one opracowań teoretycznych oraz wprowadzania ulepszeń w badaniach spektroskopowych. Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie zastosowań to badania spektroskopowe wykonywane *in vivo*, pozwalające na śledzenie procesów metabolicznych w wybranym voxelu żywego człowieka. Spektroskopia ta oparta jest często na innych niż wodór jądrach rezonansowych, takich jak: fosfor ^{31}P , węgiel ^{13}C oraz fluor ^{19}F . Pozwala to na otrzymywanie selektywnych informacji m.in. o **działaniu leków**. Dalsze zastosowanie to funkcjonalne badania mózgu, oparte na metodzie BOLD (*blood oxygen level dependent*), pozwalające lokalizować partie mózgu aktywne w czasie wykonywania różnych czynności, np. ruchu palcami lub używania obcego języka – często są to badania komplementarne z tomografią PET (*positron emission tomography*). Obecnie bardzo obiecujące wydaje się zastosowanie metod NMR do badań komórek macierzystych. Odpowiednio oznakowane magnetycznie mogą być one, np. po wstrzyknięciu do organizmu, śledzone za pomocą tomografu MR. Obserwacje te są niezwykle cenne w perspektywie zastosowań tych komórek do reparacji uszkodzonych (np. przez zawał serca lub nowotwór) narządów.

Historia rozwoju NMR jest znakomitym przykładem roli fizyki w naszym życiu – gdyby nie metody wymyślone przez fizyków do obserwacji momentów magnetycznych jąder, nie byłoby przecież nowoczesnych metod diagnostycznych w medycynie...



Istota sukcesu naukowego

Andrzej Staruszkiewicz

Instytut Fizyki UJ

Muszę zacząć od stwierdzenia, że z bardzo mieszanymi uczuciami przyjąłem propozycję Pana Prezesa Andrzeja Białasa wygłoszenia tego referatu. Po pierwsze dlatego, że nie cierpię samego słowa „sukces”. Od razu przychodzi mi do głowy piękny wiersz Norwida:

S u k c e s bożkiem jest dziś – on czarnoksiężstwo

Swe rozwinął jak globu kartę:

Ustąpiło mu nawet Z w y c i ę s t w o

Starożytno – wiecznie coś warte!

—

Aż spostrzeże ten tłum u swej mogiły,

Aż obłędna ta spostrzeże zgraja:

Że – Zwycięstwo wytrzeźwia ludzkie siły,

Gdy Sukces, i owszem... rozpaja!...

Notabene, Norwid jest niewątpliwie postacią, o której warto pamiętać, rozważając pojęcie sukcesu. Po drugie, oczywista jest trudność tematu: bierze się ona stąd, że czym jest sukces naukowy, to, wydaje się, każdy sam widzi. Musimy się bowiem zgodzić, jeżeli nie chcemy rozmijać się rażąco z potocznym znaczeniem słów, że np. otrzymanie poważnej nagrody naukowej, od Nagrody Nobla w dół, czy też doktoratu h.c. poważnej uczelni, to jest naukowy sukces. Tak samo jest naukowym sukcesem opublikowanie pracy w prestiżowym czasopiśmie typu *Nature* czy uzyskanie wysokiej liczby cytowań. Jednakże propozycje Pana Prezesa Białasa są z reguły nie do odrzucenia. Dlatego zacząłem swoje myślenie nad tematem od pytania: dlaczego akurat Fundacja Nauki Polskiej interesuje się pojęciem sukcesu naukowego? Oczywiście, najprościej byłoby spytać o to samą Fundację, ale tego akurat nie mogłem zrobić, będąc przez ostatnie dziewięć miesięcy za granicą. Domyślam się, że odpowiedź jest mniej więcej następująca: Fundacja Nauki Polskiej, której statutowym obowiązkiem jest promowanie nauki polskiej, chętnie widziałaby możliwość wczesnego rozpoznawania i wspierania istotnych osiągnięć naukowych, np. ludzi stosunkowo młodych, którzy już zrobili ważne rzeczy, ale jeszcze nie odnieśli widocznego dla wszystkich sukcesu. W końcu

ludzie, którzy odnieśli widoczny dla wszystkich sukces naukowy, na ogół radzą sobie sami i nie potrzebują promocji ze strony Fundacji. To samo zresztą może dotyczyć ludzi nie całkiem młodych, ale zasługujących na promocję. Nie wiem, czy prawidłowo odczytują intencje Fundacji, ale na pewno wczesne rozpoznawanie i kreowanie niejako sukcesu naukowego jest celem godnym pochwały. Postawmy zatem pytanie w taki sposób: czy jest możliwe rozpoznanie istotnych osiągnięć naukowych w sytuacji, w której nie ma zewnętrznych i powszechnie znanych socjologicznych objawów sukcesu? Pytanie to można rozszerzyć w następujący sposób: czy można oddzielić sukces naukowy, rozumiany wąsko, ale właściwie jako osiągnięcie ważnego wyniku naukowego, od wymienionych wyżej i powszechnie znanych socjologicznych oznak sukcesu naukowego? A także: czy socjologiczne oznaki sukcesu naukowego mogą wprowadzać nas w błąd?

Wielu ludzi zdaje się dawać na to ostatnie pytanie odpowiedź twierdzącą. Widać to zwłaszcza tam, gdzie ludzie kwestionują wartość pewnych, wydawałoby się niewątpliwych sukcesów. Np. w mojej własnej dziedzinie, tzn. w fizyce teoretycznej, największym współczesnym sukcesem jest niewątpliwie amerykański matematyk i fizyk Edward Witten. Ma on największą ze wszystkich fizyków liczbę cytowań, w tej chwili około 80 tysięcy, a gdy jakiś czas temu przeniósł się na krótko z Princeton do Kalifornii, tamtejszy uniwersytet zaproponował mu niebywałą, nawet jak na amerykańskie stosunki, pensję w wysokości 1/2 miliona dolarów rocznie. Pomimo to Robert Laughlin, też fizyk teoretyk, laureat Nagrody Nobla z roku 1998, uznał twórczość Edwarda Wittena i jemu podobnych teoretyków strun za, cytuję, „podręcznikowy przykład postmodernizmu napędzanego przez nieodpowiedzialne finansowanie”. Najwidoczniej Robert Laughlin uważa, że istnieją kryteria naukowej doskonałości, które wymykają się zarówno cytującym Wittena młodym adeptom fizyki teoretycznej, jak i decydom finansującym badania z zakresu teorii strun i uważającym, że Edward Witten wart jest 1/2 miliona dolarów rocznie. Innym spektakularnym przykładem jest francuski filozof Jacques Derrida, też niebywały sukces, m.in. medialny. Gdy uniwersytet w Oksfordzie postanowił nadać mu doktorat h.c., grupa uczonych, wśród których był m.in. znakomity matematyk francuski René Thom złożyła formalny protest, co samo w sobie jest rzeczą niesłychaną i pewnego rodzaju miarą desperacji, do której doprowadza ludzi twórczość Derridy. Ponownie jedynym wnioskiem, który można stąd wyciągnąć jest to, że René Thom zdaje się dostrzegać kryteria naukowej doskonałości, które zupełnie wymykają się uniwersytetowi w Oksfordzie. Oba powyższe przykłady, chociaż pouczające, nie są specjalnie ważne, gdyż walka z nauką bzdurą jest celem czysto negatywnym; znacznie ważniejsze jest dążenie do celu pozytywnego, jakim jest wczesne rozpoznawanie i promowanie rzeczywistych osiągnięć naukowych.

Czy cel ten jest w ogóle osiągalny?

Wyobrażam sobie, że większość zebranych chętnie usłyszałaby odpowiedź twierdzącą. W końcu każdy z nas uważa, że potrafi odróżnić dobrą pracę od kiepskiej pracy lub dobrze zapowiadającego się młodego człowieka od kogoś niezapowiadającego się tak dobrze. Mimo to ja sam, po bardzo długim zastanawianiu się nad pytaniem, dochodzę do wniosku, że nic nie jest w stanie zastąpić upływu czasu, który jest jedynym czynnikiem odsiewającym złoto od piasku i błota. Przypomina mi się tu rozmowa, którą kiedyś miałem z nieżyjącym już znakomitym historykiem sztuki, prof. Lechem Kalinowskim. Rozmowa dotyczyła tego, że współcześni malarze, np. Pablo Picasso, malują swoje obrazy tak niechlujnie, że już teraz obrazy te wymagają stałej interwencji konserwatorów, podczas gdy obrazy mistrzów średniowiecza, renesansu czy baroku doskonale znoszą upływ czasu. Spytałem prof. Kalinowskiego, czy można *a priori* ocenić odporność techniki malarskiej na działanie czasu, na co dał odpowiedź zdecydowanie negatywną, nic nie jest w stanie zastąpić próby czasu. Sadzę, że to samo dotyczy wartości pracy naukowej *sub specie aeternitatis*, tylko próba czasu może dać odpowiedź. Np. w kwestii, kto ma rację w ocenie wartości teorii strun, czy Laughlin, czy Witten, ja sam stawiam na Laughlina, ale, pomimo, że ludzie na ogół kochają mieć rację, chętnie usłyszałbym, że się mylę, bo to by znaczyło, że praca dwu pokoleń młodych i zdolnych ludzi nie została całkowicie i bez reszty zmarnowana.

Zgadając się, że w przypadkach kontrowersyjnych nic nie zastąpi próby czasu, nie można nie zauważyć, że często bywa tak, że sąd współczesnych pokrywa się dokładnie z osądem historii. Tak było, żeby ograniczyć się ponownie do znanych mi przykładów z zakresu fizyki teoretycznej, w przypadku Newtona, Einsteina czy Diraca. Tak jest w bardzo wielu przypadkach osiągnięć mniejszego kalibru, ale całkowicie niewątpliwych. Przeglądając listę laureatów Nagrody Nobla z fizyki, znajdziemy w sumie stosunkowo niewiele nazwisk, które z perspektywy czasu byłibyśmy skłonni uznać za nieporozumienie. Musimy zatem uznać, że poważne osiągnięcie naukowe ma jakieś cechy łatwo rozpoznawalne przez wszystkich zainteresowanych i że byłoby bardzo dobrze cechy te wyizolować umyślowo i nazwać. Nieżyjący już znakomity matematyk, prof. Mlak, używał często słowa „spojęciować”, które bardzo dobrze nadaje się do naszego celu. *Notabene*, prof. Mlak, który miał bardzo ostre rysy twarzy, mówił o potrzebie spojęciowania tak, jakby mówił o potrzebie powieszenia kogoś, co też jest pewną formą definitywnego rozwiązania. Chodzi zatem o to, żeby spojęciować podstawowe cechy ważnego osiągnięcia naukowego, na tyle ważnego, że może być określone tym okropnym słowem „sukces”.

Każdy, kto pisał recenzje projektu badawczego dla KBN, musiał odpowiedzieć na kilka pytań, które w sumie stanowią dość wyczerpującą listę warunków, które powinny spełniać poważne badania naukowe. Nie ma sensu powtarzać tu tej listy. Mamy bowiem rozważyć nie badania, które są po prostu *respectable*, ale badania, które są badaniami wybitnymi. Uważam, i pragnę przekonać Państwa do

tęgo, że odpowiednie kryterium sformułował dawno temu wielki matematyk Dawid Hilbert.

Zanim jednak sformułuję kryterium Hilberta, muszę dać kilka słów wyjaśnienia. Hilbert był matematykiem, a ja jestem fizykiem teoretykiem, a więc uprawiam dziedzinę nauki zwaną czasem w krajach anglosaskich fizyką matematyczną lub matematyką stosowaną. Nic więc dziwnego, że kryterium Hilberta uderza mnie jako szczególnie trafne. Trzeba jednak zdawać sobie sprawę, że nie stosuje się ono do całej nauki, zwłaszcza do tych nauk empirycznych, w których badania wymagają zaawansowanej współczesnej technologii. W tego typu badaniach można z uzasadnieniem uznać za wybitne osiągnięcie naukowe po prostu udoskonalenie pewnej techniki prowadzenia badań. Ten punkt widzenia znalazł nawet wyraz w decyzjach Komitetu Noblowskiego, który przyznał Nagrodę Nobla z fizyki Georges'owi Charpakowi za dokonanie postępu w samej technologii prowadzenia badań. Nie widzę w tym nic złego, ale nie będę o tym mówić, bo po prostu nie znam się na tym.

Otóż kryterium Hilberta brzmi następująco: znaczenie wybitnej pracy naukowej jest proporcjonalne do liczby prac, które zostały całkowicie zdezaktualizowane lub których znajomość można sobie darować, w wyniku pojawienia się pracy wybitnej, stwarzającej wyższy poziom oglądu problematyki naukowej. Uważam, że Hilbert uchwycił tu coś bardzo ważnego. Nauka, w wyniku pracy bardzo wielu uczonych, obrasta w wyniki szczegółowe, których po pewnym czasie nikt nie jest w stanie opanować i przetrwać umysłowo. Jest po prostu kwestią przeżycia nauki jako fenomenu społecznego wprowadzenie jakiejś hierarchii wartości, pozwalającej pewne rzeczy zignorować jako mniej istotne czy też wynikające z ogólniejszych zasad. Wprowadzenie takiej wartościującej hierarchii umożliwia wlaśnie stosunkowo nieliczne prace wybitne, pozwalające na ogarnięcie całości danej problematyki z wyższego punktu widzenia. Być może celowe będzie zilustrować myśl Hilberta na kilku przykładach.

Jedną z najwybitniejszych prac w historii fizyki matematycznej napisała w 1918 roku asystentka Hilberta, Emmy Noether, zresztą z inicjatywy samego Hilberta. W pracy tej Emmy Noether udowodniła dwa twierdzenia. Pierwsze z tych twierdzeń ustala związek między symetrią tzw. działania Hamiltona a istnieniem wielkości zachowanych, zwanych całkami pierwszymi. Obecni tu koledzy fizycy, np. Pan Prezes Białas, zgodzą się chyba ze mną, że bez pierwszego twierdzenia Emmy Noether nie można wyobrazić sobie współczesnej fizyki teoretycznej. Twierdzenie to, ustalając związek symetrii i praw zachowania, stworzyło charakterystyczny dla współczesnej fizyki teoretycznej sposób myślenia, którego najważniejszą cechą jest idea symetrii jako podstawowej zasady wyjaśniającej. Samo pojęcie symetrii stało się jednym z najważniejszych, a swoje znaczenie zawdzięcza właśnie pierwszemu twierdzeniu Emmy Noether. Gdyby ktoś chciał zobaczyć, co to jest wybitna praca naukowa, to powinien obejrzeć pracę Emmy Noether

z roku 1918, która obecnie jest dostępna w Internecie w angielskim tłumaczeniu. *Notabene*, autorka tej pracy nie odniosła żadnego znaczącego sukcesu życiowego, zmarła dość wcześnie jako nauczycielka matematyki w prowincjonalnym amerykańskim *college*'u.

Być może warto zwrócić uwagę na następującą okoliczność. Praca Emmy Noether powstała z inicjatywy samego Hilberta, który, jako współtwórca Ogólnej Teorii Względności, zorientował się od razu, że w Ogólnej Teorii Względności tracimy bezpowrotnie niezwykle użyteczne pojęcie energii. Tymczasem sama praca Emmy Noether jest ostatecznym ukoronowaniem trwającego ponad 200 lat doskonalenia pojęcia energii. W świetle pierwszego twierdzenia Emmy Noether energia jest całą pierwszą, która istnieje dlatego, że czasoprzestrzeń posiada symetrię translacyjną w czasie. Właśnie ta własność czasoprzestrzeni zostaje bezpowrotnie utracona w Ogólnej Teorii Względności. Być może zatem jest tak, że warunkiem osiągnięcia całkowitej jasności pojęciowej w ramach pewnego paradygmatu jest posiadanie już paradygmatu szerszego, pozwalającego spojrzeć niejako z zewnątrz na paradygmat dotychczasowy.

Wybitność pracy Emmy Noether nie jest oczywista czy też powszechnie dostrzegana, dlatego omówiłem ten przykład szczegółowo. Nie ma potrzeby rozwodzić się nad wybitnością pracy Einsteina o elektrodynamice ciał w ruchu, bo jest to przykład powszechnie znany. Warto jednak zwrócić uwagę na to, że praca Einsteina jest idealną wręcz ilustracją słuszności tezy Hilberta. Jest bowiem tak, że sprzeczność między elektrodynamiką Maxwella a symetrią Galileusza była powszechnie dostrzegana przez wszystkich zainteresowanych, a w samej pracy Einsteina nie ma ani jednej formuły, która nie byłaby znana jego poprzednikom. Jest natomiast nowy, wyższy punkt widzenia, który redukuje poprzednio rozwiązane problemy, takie jak ujemny wynik doświadczenia Michelsona i Morleya, do prostych ćwiczeń w ramach nowego paradygmatu. Właśnie takie zredukowanie masy ważnych szczegółów do mniej ważnych ilustracji nowego i wyższego punktu widzenia pozwala utrzymać umysłową kontrolę nad rozwojem nauki i dlatego powinno być uważane za szczególnie cenne osiągnięcie naukowe.

Chciałbym teraz omówić przykład pracy, która niestety jeszcze nie została napisana. We współczesnej fizyce teoretycznej istnieje problem, który głośno prosi się o spojrzenie z jakiegoś wyższego punktu widzenia. Jest to problem tzw. kopenhaskiej interpretacji mechaniki kwantowej. Problemowi temu poświęca się niezliczoną liczbę prac, książek, konferencji itd. Niektóre czasopisma, np. *British Journal for the Philosophy of Science*, poświęcają temu problemowi pokaźną część swojej objętości. Jednocześnie ja sam, uczestnicząc w dwu konferencjach poświęconych temu problemowi, miałem nieodparte wrażenie, że tracę bezsensownie czas. Gdy ludzie udający fizyków mówią o takich rzeczach, jak kontekstualność czy kontryfaktyczność, to można być pewnym, że nie wiedzą, o czym mówią. Z drugiej strony, nie można zgodzić się z czasami wypowiedzianym poglądem,

że tak wielka liczba ludzi, wśród których są też laureaci Nagrody Nobla, np. Richard Feynman lub Murray Gell-Mann, po prostu nie rozumie mechaniki kwantowej. Jest tu jakiś prawdziwy i męczący wszystkich zator umysłowy, fatalnie oddziałujący na całość fizyki teoretycznej, która utraciła ontologiczną jasność widzenia świata, a ktoś, kto pomógłby ten zator usunąć, wielce przysłużyłby się ludzkości. Proszę zauważyć, jak pięknie stosuje się tu kryterium Hilberta: wielkim sukcesem byłoby postawienie tamy niekończącemu się strumieniowi publikacji, z których absolutnie nic nie wynika.

Problem interpretacji kopenhaskiej mechaniki kwantowej można też oświetlić za pomocą ważnej zasady wprowadzonej przez Kartezjusza. Gdy dwu ludzi mówi rzeczy niezgodne ze sobą, to przynajmniej jeden z nich jest w błędzie. Ale, mówi Kartezjusz, najprawdopodobniej obaj nie wiedzą, co mówią, bo gdyby jeden z nich pojmował swoją rzecz jasno i wyraźnie, to wytłumaczyłby to drugiemu a ten zrozumiałby to. W życiu, np. w polityce czy gospodarce, nie zawsze jest tak, jak mówi Kartezjusz, bo ludzi dzielą sprzeczne interesy, a nie abstrakcyjne problemy, ale w nauce tak bezwzględnie powinno być. Skoro tak nie jest, to znaczy, że nikt nie pojmuje sprawy na tyle jasno i wyraźnie, żeby wytłumaczyć to innym.

Wyobrażam sobie, że niektórzy ludzie mogą nie akceptować kryterium Hilberta jako najważniejszego, a to z następującego powodu: nie wszystkie nauki, a nawet nie wszystkie działy fizyki dają się równie łatwo uporządkować drogą tworzenia nowych, silniejszych pojęć i scalających zasad. Gdyby rygorystycznie upierać się przy kryterium Hilberta to trzeba by uznać, że w pewnych dziedzinach nauki, np. w fizyce jądrowej niskich energii, poważne osiągnięcia naukowe w ogóle nie są możliwe. Nie jest oczywiście moim zamiarem sugerowanie jakiegokolwiek wartościowania nauk pod tym względem. Ideał poznawczy, tak jak ideał moralny, może nie być osiągalny, ale to nie znaczy, że należy z niego zrezygnować. Nauka, w której całkowicie rezygnuje się z jakiegoś wartościującego i hierarchizującego porządkowania wyników, naraża się na zastój, bo nikt nie jest w stanie opanować wiedzy, która jest co roku produkowana w jego własnej, wąsko rozumianej specjalności.

Wyobrażam też sobie, że kryterium Hilberta może być uznane za zbyt wysokie i niedające się zastosować do nauki, z jaką stykamy się na co dzień. Bardzo możliwe, że tak jest, ale rozumiem to, co powiedziałem na początku, że co to są sukcesy naukowe w potocznym rozumieniu, każdy sam widzi i nie ma potrzeby rozwodzić się na ten temat.

Referat prezentowany na konferencji na temat „Sukces w nauce”, zorganizowanej przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej w październiku 2005 roku.



WYWIAD INTERNETOWY

z Profesorem Royem Glauberem, laureatem Nagrody Nobla z fizyki, 2005

W imieniu Czytelników *Fotonu* pytała
Zofia Gołąb-Meyer

Listopad 2005



Roy Glauber jako młody student z własnoręcznie wykonaną aparaturą
Zdjęcie otrzymano dzięki uprzejmości R. Glaubera

Czy mógłby Pan nam powiedzieć, w jaki sposób wpada się na pomysł, za który dostaje się Nagrodę Nobla?

– *Rozmyśla się intensywnie o rzeczach, których się nie rozumie.*

Jak długo pracował Pan nad problemem, za który dostał Pan Nobla?

– *Zasadnicza część pracy została wykonana w parę lat, ale nad jej konsekwencjami pracowałem przez kolejne 35 lat.*

Co jest najprzyjemniejsze w uprawianiu fizyki?

– *Nowe sposoby rozumienia rzeczy.*

Czy woli Pan pracować raczej sam, czy w grupie?

– *Teoretycy raczej pracują indywidualnie, ale muszą pozostawać ze sobą w bliskich kontaktach.*

Jak Pan wspomina czasy szkolne, miło?

– *To był najbardziej twórczy okres w moim życiu, ale oczywiście miał także nudniejsze momenty.*

Czy lubił Pan w szkole fizykę i matematykę?

– *O tak, one dawały mi twórczy dreszcz i pozwalały na nowe wejrzenie na różne rzeczy.*

Czy w szkole robił Pan dużo rzeczy nadobowiązkowych?

– *Tak, czytałem dużo i wykonywałem doświadczenia.*

Czy pamięta Pan może książkę lub artykuł, którego lektura wywarła wpływ na Pana zainteresowanie fizyką?

– *Były to popularnonaukowe książki sir Jamesa Jeansa i sir Arthura Eddingtona z lat 30.*

Czy jako chłopiec rozmawiał Pan z rodzicami lub innymi członkami rodziny o fizyce?

– *Nie.*

Jakie miał Pan hobby w czasach szkolnych?

– *Modelarstwo; budowałem kolejki, a potem teleskopy i instrumenty optyczne.*

A obecnie?

– *Praca i czytanie.*

Czy Pana dzieci są fizykami?

– *Nie.*

Czy Pana dzieci lubią fizykę?

– *Nie bardzo.*

A to bardziej osobiste pytanie: jak Pan spotkał swoją żonę?

– *Nie jestem już żonaty. Spotkałem moją eks-żonę jako siostrę poety, którego znałem.*

Czy rozmawia Pan z żoną lub dziećmi o swojej pracy i o postępach w nauce?

– *Tak, rozmawiałem często, gdy mieszkaliśmy razem.*

Czy lubi Pan literaturę piękną?

– *Tak.*

Jaką muzykę Pan lubi?

– *J.S. Bacha i L. Beethovena.*

Jakie dyscypliny sportu Pan uprawiał?

– *Jeździłem na łyżwach i na nartach.*



Droga do fizyki współczesnej

Grzegorz Karwasz

Pomorska Akademia Pedagogiczna w Słupsku

Niedawno wpadł mi w ręce najnowszy zeszyt specjalny *Scientific American*, pt. „Granice fizyki”. Przejrzawszy go, popadłem w poważną rozterkę: teoria strun nadal nie ma potwierdzenia doświadczalnego, teoria względności może być błędna, cząstek Higgsa pewnie jest pięć, ale przed uruchomieniem akceleratora hadronów w CERN-ie nie dowiemy się tego. Jak to powiedzieć studentom, aby się nie ośmieszyć?

Wracałem wówczas z kongresu w Japonii na temat technik plazmowych. 400 młodych Japończyków przysłuchiwało się wykładom, głównie europejskim i amerykańskim. Większość z nich kiepsko mówi po angielsku, ot tak, aby tylko zrozumieć, ale pilnie notowali wszystko o nowych technikach napylania krzemu w tanich wyładowaniach elektrycznych pod ciśnieniem atmosferycznym. Krzem, powstający w postaci kryształków o średnicy kilku nanometrów (czyli niewiele więcej niż kilkaset atomów), ma zadziwiające własności. O ile zwykły krzem, ten z którego robi się tranzystory, jest metalicznie szary, o tyle nowa forma mieni się wszystkimi kolorami. Ściślej: wykazuje fotoluminescencję w zakresie widzialnym. Zupełna niespodzianka, jeśli nie rewolucja. Tanie ogniwa fotowoltaiczne będą absorbować światło słoneczne w całym zakresie widma. Bye-bye, ropo naftowa!

Trydent we Włoszech słynie z terenów narciarskich, pięknych skał i plantacji jabłek. Jest to teren górzysty, jabłka dojrzewają późno, ale są wyśmienite. Moi koledzy z Trydentu wkładają maleńkie jabłuszka do plastikowych pojemników z azotem, a następnie zapach tych jabłek badają laserem. Właśnie tak, zapach! W ten sposób sprawdzają, które z nich należy usunąć z drzewa, aby inne wspaniale dojrzały. Technika nazywa się „spektroskopia fotoakustyczna”. Dlaczego nie pisze o niej *Scientific American*?

Takie pytania legły u podstaw naszego projektu „Physics is Fun” (Fizyka jest zabawą), finansowanego przez Unię Europejską. Szkolna fizyka jest trudna, a przez to staje się nudna, jeśli się jej nie rozumie. Opowiadanie o 11 wymiarach czasoprzestrzeni, możliwych, ale nie weryfikowalnych, wcale do fizyki nie zachęca. Starajmy się szukać w fizyce problemów ciekawych, ale „namacalnych”, takich które mogą „się przydać”. Na wystawach, które podróżują między Paryżem a Słupskiem, opisujemy otwarte, skomplikowane problemy fizyki współczesnej, choć pozwalamy dotknąć nawet kwarków. Bo to, czego nie można dotknąć zmysłami, Arystoteles nazywał „metafizyką”.

Program „Physics is Fun” realizowany jest przez (w kolejności zadań):

- Pomorską Akademię Pedagogiczną w Słupsku,
- Uniwersytet w Trydencie, Włochy,
- Uniwersytet Jagielloński (*Foton*),
- École Centrale w Paryżu,
- Wydawnictwo Muzyczne „Soliton” z Sopotu,
- Wydawnictwo Multimedialne „Ambernet” z Warszawy,
- Wydawnictwo „Dudka-Design” z Mediolanu.

Zadania programu obejmują: objazdowe wystawy: „Fizyka zabawek” i „Droga do fizyki współczesnej” („On the track of Modern Physics”) oraz dwie płyty CD na te tematy. Wystawy były pokazane: we wrześniu 2005 roku na kongresie „GIREP” w Lublaniu, na XXXVIII Zjeździe PTF w Warszawie, w październiku na kongresie „Multimedia Tools of Teaching Physics” w Berlinie, w grudniu w czasie dni otwartych w „École Centrale”, a planowane są jeszcze w Trydencie w marcu 2006 i w maju na Bałtyckim Festiwalu Nauki w Gdańsku.

Forma wystawy jest taka, aby uczynić fizykę współczesną maksymalnie przystępną, co nie zawsze oznacza prostą. Ba, staramy się uruchomić wyobraźnię zwiedzających przez nieoczekiwane skojarzenia, modele, analogie. Przedstawiamy kwarki nie tylko jako kulki, ale i jako kolorowe wilczki; proton i neutron to stalowe szare sześciany, ale także i kolorowe brazylijskie papugi z balsy, a do pokazania geometrii czasoprzestrzeni korzystamy z kuchennych lejków.

Treść wystaw – to aspekty nowe, otwarte pytania, poważne wątpliwości, a nie tylko utarte prawdy. Cel dydaktyczny – to pokazanie metodologii odkrycia naukowego: więcej można się nauczyć z błędów Einsteina niż z jego „poprawnych” odkryć.

Tymczasowe wersje internetowe wystaw znajdują się pod adresami:

<http://modern.pap.edu.pl>

<http://www.karwasz.it/modern/index-pl>

<http://lab.pap.edu.pl/%7Ezs/wystawy/droga>

<http://www.science.unitn.it/~karwasz>

a także:

<http://zabawki.pap.edu.pl>

Zachęcamy do zwiedzania!



Czy potrzebne jest rozróżnienie pojęć prędkości i szybkości?

Andrzej Sokołowski

Montgomery College, Concordia High School, Houston, USA

Od Redakcji:

Komisja Nazewnictwa PTF przyjęła stanowisko, wbrew sugestiom dużej grupy dydaktyków fizyki (stanowisko to i dyskusje na ten temat są na stronie internetowej PTF Sekcji Nauczycielskiej oraz na stronie *Fizyki w Szkole*), o nieobowiązkowym rozróżnianiu terminów „prędkość” i „szybkość”. Redakcja *Fotonu* jednakowoż jest za ich rozróżnianiem. W zasadzie zakończyliśmy dyskusję na ten temat, uważamy jednak, że warto przekazać Państwu opinię zza oceanu. Korzystne jest też zapoznanie się z nomenklaturą angielską, istotną np. przy zdawaniu międzynarodowej matury. Poniższy artykuł jest skróconą wersją nadesłanego do redakcji.

Chciałbym przyłączyć się do dyskusji na temat kształtowania pojęć prędkości i szybkości, jaką Państwo podjęli na łamach *Fotonu*.

Na podstawie mojej kilkunastoletniej praktyki jako nauczyciela fizyki w Kanadzie i USA mogę powiedzieć, że istnieje potrzeba rozróżniania tych pojęć i właściwej ich interpretacji.

Jest to konieczne nie tylko na szczeblu uniwersyteckim, ale również gimnazjalnym i licealnym. W wielu podręcznikach do nauczania fizyki, a szczególnie tzw. zaawansowanej fizyki (*Advanced Placement Physics*), wykładanej jako drugi rok fizyki w szkołach średnich lub jako pierwszy rok na uniwersytetach w USA, pojęcia te są wyraźnie różnicowane. Chociaż w zadaniach tekstowych wektorowa nomenklatura prędkości jest zwykle uszczuplana, to jednak przy wprowadzaniu tych pojęć w działach kinematyka, dynamika, praca i energia, termodynamika, elektrodynamika lub elektromagnetyzm prędkość (*velocity*) jest wyraźnie odróżniana od szybkości (*speed*). Wymaga się również od studenta, by te wielkości odróżniał i właściwie je interpretował, podobnie jak odróżnia się przemieszczenie (*displacement*) od drogi (*distance*).

Jeśli student z Polski będzie zdawał egzamin z fizyki w języku angielskim (lub będzie kontynuował naukę fizyki w tym języku), byłoby wskazane, by był on zapoznany z tymi różnicami. Czasami mam w swojej grupie studentów z Europy. Są oni zwykle zaskoczeni, że ruch może być opisany za pomocą ujemnych wielkości, które tu symbolizują kierunek.

Jak definiuje się średnią prędkość ciała

Podobnie jak Państwo sugerujecie to w swoim artykule (*Foton 79*, Zima 2002), pojęcie średniej prędkości w USA wprowadzane jest jako iloraz wielkości wektorowej przez wielkość skalarną.

[...]

Chciałbym dodać, że polskie słowa: „kierunek” i „zwrot” są zastąpione jednym angielskim określeniem *direction*. Jeśli dwa ciała poruszają się po linii prostej i ich prędkości mają przeciwne zwroty, mówi się, że ciała te poruszają się w przeciwnych kierunkach (*they move in opposite directions* lub *they move anti-parallel*).

Jeśli zwrot ruchu jest w prawo, to jest zrozumiałe, że ruch jest poziomy i w prawo. Określa się ten kierunek jako *motion to the right* lub *forward motion*.

[...]

Jak definiuje się średnią szybkość ciała

Szybkość jest definiowana jako iloraz całkowitej drogi przebytej przez ciało, dzielonej przez interwał czasu:

$$v_{\text{średnia}} = \frac{\Delta s}{\Delta t}.$$

Szybkość jest wielkością skalarną, ponieważ jest ona rezultatem dzielenia dwóch skalarnych wielkości.

Jak już wspomniałem, pojęcia szybkości (*speed*) używa się często do określenia wartości prędkości (*magnitude of velocity*), kiedy ciała nie zmieniają zwrotu ruchu. Zadań, w których studenci mają obliczyć tylko drogę (*distance*) i *speed*, raczej się nie spotyka na zaawansowanych kursach fizyki.

Od Redakcji:

Przykładowe zadania ilustrujące różnice pomiędzy prędkością a szybkością, wybrane przez autora z amerykańskich podręczników, będą dostępne na stronie internetowej *Fotonu*. Redakcja nie zdecydowała się na ich zamieszczenie, gdyż ma zastrzeżenia do ich poprawności i wartości dydaktycznej.

Jak definiuje się prędkość chwilową

W ruchu prostoliniowym prędkość chwilowa w punkcie $t = t_0$ (*instantaneous velocity*) to pierwsza pochodna po czasie z funkcji położenia ciała. W obrazie graficznym jest to nachylenie stycznej do wykresu funkcji położenia ciała w tym punkcie (*slope of a tangent line to a position-time graph at $t = t_0$*).

$$v_{\text{chwilowa}}^r|_{t_0} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x^r}{\Delta t} = \left. \frac{dx}{dt} \right|_{t=t_0}$$

[...]

Jak definiuje się szybkość chwilową

Pojęcie chwilowej szybkości (*instantaneous speed*) na ogół nie występuje w amerykańskich podręcznikach. Można je spotkać w podręcznikach matematyki, rachunku różniczkowego i całkowego.

Na przykład w dosyć nowoczesnym podręczniku do *Calculus* redagowanym przez Harvard University twierdzi się, że szybkość chwilowa w ruchu na płaszczyźnie definiuje się jako:

$$v_{\text{instantaneous}} = v_{\text{chwilowa}} = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2}$$

Kilka uwag końcowych

- Jak określa się kierunki ruchu? Istnieje wyraźne rozróżnienie pomiędzy ruchem jednowymiarowym (*one dimensional motion*) a dwu- i trójwymiarowym. Studenci pierwszego roku fizyki zapoznawani są w większości z ruchem jednowymiarowym, w którym dominującymi określeniami kierunku są na przykład:
 - 30 m/s, do przodu (*forward*), 50 m/s do tyłu (*backward*),
 - 10 m/s, na wschód (*east*), 4 m/s, na zachód (*west*) itd.,
 - 3 m/s, w górę (*upward*), 2 m/s w dół (*downward*),
 - 2 m/s, w prawą stronę (*right*) itd.,
 - +2 m/s (co może oznaczać ruch do przodu, na wschód, do góry lub na północ),
 - -2 m/s (co oznacza zwroty przeciwne do wymienionych powyżej kierunków).

Od Redakcji:

-2 m/s może być jedynie współrzędną wektora.

- Termin *rate* raczej nie jest używany w kinematyce do określenia ruchu ciała. Poprawna definicja wyrazu *rate* odnosi się do zmiany wartości danej wielkości dzielonej przez czas (*rate of change of a quantity*). Proces ten odnosi się często do obliczenia wartości pochodnej w danym punkcie (*instantaneous rate of change of a function*) lub ilorazu różnicowego funkcji (*average rate of change of a function*). *Rate* jest również używane, niezupełnie słusznie, w kontekście zmiany procentowej do określenia np. stopy bezrobocia (*unemployment rate*), lub stopy procentowej pożyczki na mieszkanie (*mortgage rate*) itd.
- Terminem, którego również używa się w pytaniach o szybkość, jest *fast* (*How fast are you moving?*): Jak szybko się poruszasz? Ten typ pytań dominuje raczej w konceptualnych kursach fizyki.

Podobne różnice terminologiczne występują również w innych działach fizyki. Wydaje się, że ujednoczenie tych pojęć może nie tylko pomóc polskim studentom dobrze prezentować się na międzynarodowych egzaminach, ale może pomóc ułatwić obcokrajowcom studiowanie w Polsce. Ujednoczenia tego typu nie zastępują języka polskiego, a raczej wzbogacają go, czyniąc bardziej elastycznym i precyzyjnym.



CZEGO NIE CZYTAĆ

Matura 2006 – Wydawnictwo Szkolne „Omega”

Wydawnictwo Szkolne „Omega” wydało w 2005 roku pozycję z zadaniami maturalnymi. Dla każdego przedmiotu są to dwie zafoliowane w jedną paczuszkę książeczki. Jedna, grubsza, zawiera arkusze matur próbnych opracowane przez różne okręgowe komisje egzaminacyjne (oraz *Nową Maturę* z 2002 r.), druga zaś, cieńsza, arkusze z matury, która odbyła się w maju 2005. Do wszystkich zaprezentowanych arkuszy dołączono wzorce oczekiwanych odpowiedzi i schematy oceniania.

Mamy zatem przedstawiony dorobek pracy Okręgowych Komisji Egzaminacyjnych i CKE, zebrany przez „Omegę” w jednym wygodnym książkowym wydaniu. Wszystkie te arkusze i schematy oceniania są łatwo i od dawna dostępne w Internecie. Książeczka jest dość tania (11,90 PLN).

Mogłoby się wydawać, że nauczyciele i uczniowie dostają ku swej wygodzie zebrane w całość materiały do powtórki przed maturą 2006. A jednak **należy ostrzec uczniów przed samodzielnym korzystaniem ze zbioru**, a nauczycieli przygotować na liczne usterki, i to nie tylko niechlujstwo językowe, ale i błędy merytoryczne. W zbiorze znajduje się wiele zadań ilustrujących, jak **nie** należy formułować zdań, a przede wszystkim, jak **nie** należy ich oceniać.

Omawiana pozycja nie jest zachętą do wyboru fizyki jako przedmiotu maturalnego, ani dla dobrych i ambitnych uczniów, ani dla tych nieco słabszych. Zadania nie są ilustracją fizyki jako nauki ścisłej, uczącej precyzji wyśławiania się i uczącej prawidłowego rozumowania. Zadania nie oddają ducha planowanej parę lat temu reformy.

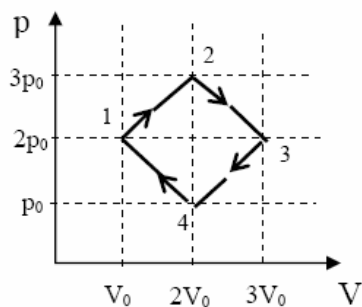
Po liczne przykłady ilustrujące powyższą opinię prosimy zajrzeć koniecznie do ostatniego zeszytu *Fizyki w Szkole* (2/2006), w którym Jadwiga Salach dokładnie omawia zamieszczone w zbiorze zadania.

Tutaj podajemy jedynie:

Przykład 1:

Zad. 11, str. 12 (OKE Poznań i Gdańsk)

Jednoatomowy gaz doskonały ($c_V = \frac{3}{2}R$) podlega cyklowi przemian. Opisz, jak **zmienia się** energia wewnętrzna gazu podczas kolejnych przemian.



Komentarz (J.S.):

1. Zadanie jest dobre, ale źle rozwiązane, autorzy mieli intencję zapytać „**jak zmieniła się**”, bowiem model odpowiedzi jest taki:

- $Q_{1-2} > 0$ – energia wewnętrzna wzrasta – 1 punkt
- $Q_{2-3} > 0$ – energia wewnętrzna nie ulega zmianie – 1 punkt
- $Q_{3-4} < 0$ – energia wewnętrzna maleje – 1 punkt
- $Q_{4-1} < 0$ – energia wewnętrzna nie ulega zmianie – 1 punkt.

W cytowanym zadaniu prawdziwe są tylko stwierdzenia dotyczące przemian 1–2 i 3–4. Nie jest natomiast prawdą, że podczas pozostałych przemian energia wewnętrzna nie ulega zmianie. W pierwszej z nich najpierw energia wewnętrzna wzrasta (połowa odcinka 2–3 przecina coraz wyżej leżące izotermy), a potem maleje (druga połowa odcinka schodzi z powrotem na tę samą izotermy). W efekcie energia wewnętrzna gazu **nie uległa** zmianie, ale podczas procesu **ulegała**. Podobnie w przemianie 4–1.

Po dalsze uwagi na temat punktacji odpowiedzi odsyłamy do *FwS*.

2. Nie jest jasne, po co w odpowiedzi zamieszczono informacje na temat ciepła pobranego przez gaz. Nie żądano tego w pytaniu, zatem uczeń nie ma obowiązku wypowiadać się na ten temat. Czy wtedy straci punkty? Ustalenie znaku ciepła wcale nie jest potrzebne do udzielenia odpowiedzi na pytanie dotyczące energii wewnętrznej, bo o zmianie energii wewnętrznej wnioskuje się wyłącznie na podstawie zmian temperatury gazu.

3. Nie jest także jasne, w jaki sposób uczeń miałby – według autorów – **w pierwszej kolejności** ustalić znak Q w każdej z przemian. Żadna z przemian nie była przemianą izochoryczną ani izobaryczną, uczeń nie zna ciepł właściwych w innych przemianach, zresztą nie są one podczas tych przemian stałe.

Przykład 2:

Zad. 16, str. 28 (OKE Jaworzno)

Powietrze jest mieszaniną atomów i cząsteczek różnych gazów. Zgodnie z zasadą ekwipartycji energii cząsteczki powietrza, poruszając się w pomieszczeniu, w którym temperatura w każdym punkcie jest jednakowa, mają taką samą wartość energii kinetycznej. Znajdź formułę matematyczną, która potwierdzi, że cząsteczki posiadające tę samą wartość energii kinetycznej, uderzając prostopadle w ścianę pomieszczenia, działają na nią siłą proporcjonalną do pierwiastka z masy cząsteczek.

Komentarz (J.S.):

Zadanie jest całkowicie błędne.

1. Spośród trzech zdań tematu tylko pierwsze jest prawdziwe, pozostałe są gruntuńie fałszywe. Nie wszystkie cząsteczki różnych gazów mają takie same średnie energie kinetyczne, jednakowe są tylko średnie energie kinetyczne ruchu postępowego $\left(\frac{3}{2}kT\right)$.

2. Nie ma tu w ogóle mowy o wartościach średnich!

3. Zasada ekwipartycji brzmi zupełnie inaczej, niż tu podano.

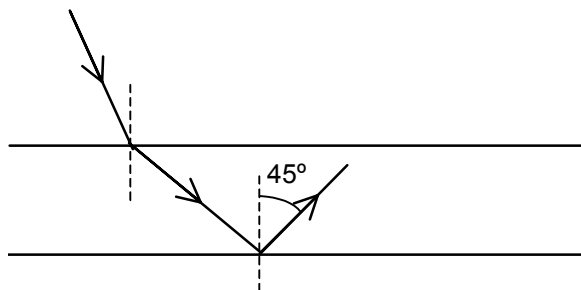
4. W modelu odpowiedzi (str. 129) przyjmuje się milcząco nieprawdziwe założenie, że Δt (średni czas oddziaływania cząsteczki ze ścianką naczynia) jest jednakowy dla cząsteczek o różnych masach (a więc o różnych średnich wartościach prędkości), a to nie jest prawda.

Zadanie to stanowi przykład nieprawidłowego wyciągania wniosków z wzorów.

Przykład 3:

Zad. 6, str. 51 (OKE Warszawa i Łomża)

Na rysunku przedstawiono bieg promieni światła monochromatycznego w trzech ośrodkach: powietrzu ($n = 1$), wodzie ($n = 1,3$) i szkle ($n = 1,5$).



Ośrodki te to

A.	B.	C.	D.
<u>powietrze</u>	<u>szkło</u>	<u>woda</u>	<u>szkło</u>
<u>woda</u>	<u>woda</u>	<u>powietrze</u>	<u>powietrze</u>
szkło	powietrze	szkło	woda

Komentarz (J.S.):

Także to zadanie jest całkowicie błędne.

1. Dane na rysunku są nieprawidłowe – żadna odpowiedź nie jest poprawna (kąąt graniczny przy przejściu z wody do powietrza wynosi około 50°).

2. Rysunek jest także skandalicznie niedokładny, widać to gołym okiem. Nie jest spełnione ani prawo załamania, ani prawo odbicia. „Omega” poprawiła edytorsko wzory, których Komisje nie umieją pisać na komputerze. Także niektóre rysunki, bo z rysowaniem Komisje też mają problem. Ale błędy odtworzono z bezprzykładną wiernością.

Przykład 4:

Zad. 18, str. 54 (OKE Warszawa i Łomża)

Uzupełnij poniższy schemat reakcji rozpadów promieniotwórczych:



Ile wynosi okres połowicznego rozpadu ${}^{218}\text{Po}$ jeśli po 15 minutach z 64 000 jąder tego izotopu polonu zostało 2000?

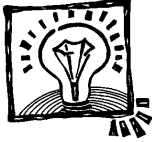
Komentarz (J.S.):

Schemat następujących po sobie rozpadów jest zapisany niepoprawnie. Tylko pierwsza strzałka jest uzasadniona, pozostałe nie, bo cząstka β i jądro bizmutu powstają nie z jądra ołowiu i cząstki α , lecz z samego jądra ołowiu.

Jadwiga Salach w *Fizyce w Szkole* tak skomentowała omawianą pozycję:

„Podsumowując, wypada stwierdzić, że stała się wielka szkoda, iż taka książka trafiła do rąk nauczycieli, a w szczególności uczniów, którzy prawdopodobnie potraktują ją jako wzorzec prawidłowego rozwiązywania zadań maturalnych i informację o wymaganiach. Szkoda, że nie usunięto z niej nieudanych pytań i zadań. Można było przecież potraktować tę pozycję jako zbiór przykładowych zadań z matur próbnych, ewentualnie poprawić nieudolne sformułowania i uzupełnić braki, a jeśli już postanowiono wydrukować wszystko «jak leci», to zamieścić do każdego arkusza odpowiedni komentarz. Oczywiście wymagałoby to sporo wysiłku. Zdecydowano się więc wydać knot, licząc na to, że duża część czytelników da się nabrać na tytuł”.

Z.G-M



KĄCIK DOŚWIADCZALNY

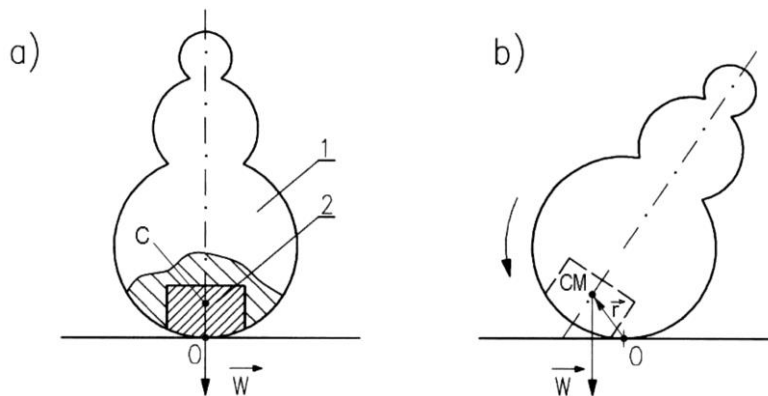
Fizyka w sklepie z zabawkami ludowymi

Stanisław Bednarek

Institut Fizyki Uniwersytetu Łódzkiego

Niektóre prawa i zjawiska fizyczne wykorzystują od wielu lat twórcy ludowi w swoich wyrobach zabawkarskich, kontynuując tradycję dawnych mistrzów. Nielatwo dziś dociec, na ile ci mistrzowie znali prawa fizyki i wykorzystywali je świadomie. Faktem jest, że niejedna zabawka twórców ludowych przyciąga obecnie naszą uwagę niezwykłością budowy i działania. Po dokładniejszej analizie możemy zauważyć w tych zabawkach oryginalne i pomysłowe wykorzystanie zjawisk i praw fizycznych. Oto seria przykładów.

Wańka-wstańka



Rys. 1. Wańka-wstańka: 1 – korpus zabawki, 2 – obciążnik

a) w stanie równowagi – środek ciężkości C leży nad punktem podparcia, moment siły

$$\vec{W} \text{ względem } O \text{ równa się zero, } \vec{M} = \vec{r} \otimes \vec{W} = 0$$

b) wychylona ze stanu równowagi – moment siły ciężkości \vec{W} względem punktu O

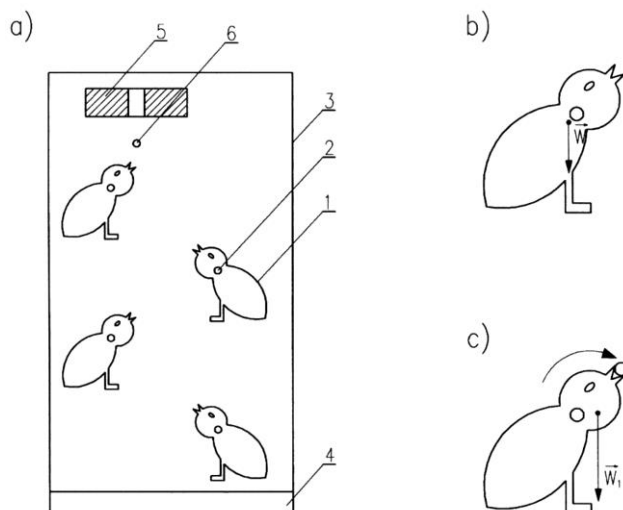
$$\text{powoduje ruch zaznaczony strzałką, } \vec{M} = \vec{r} \otimes \vec{W} \neq 0$$

Jest to bardzo stara i prosta zabawka ludowa. Ma ona postać bryły obrotowej, składającej się z trzech połączonych ze sobą kul, wytoczonych z jednego kawałka drewna (rys. 1a). Patrząc ku górze, stwierdzamy, że średnice kul tworzących korpus zabawki 1 są coraz mniejsze. Dodatkowo w dolnej części największej kuli umieszczony jest metalowy obciążnik 2. Dzięki temu środek masy wańki-wstańki znajduje się dostatecznie nisko. Po odchyleniu górnej części zabawki od pionu punkt przyłożenia jej ciężaru \mathbf{W} , czyli środek masy, będzie leżał po przeciwnej stronie chwilowego punktu podparcia O (rys. 1b). W tej sytuacji moment siły pochodzący od ciężaru \mathbf{W} obraca zabawkę w kierunku pionowym i wańka-wstańka, po wykonaniu pewnej liczby wahnięć, wraca do położenia równowagi. Mówiąc krótko, położenie środka masy (środku ciężkości) wańki-wstańki jest takie, że nie można jej w sposób trwały przewrócić ani położyć bez nałożenia zewnętrznych więzów. Wańkę-wstańkę można również rozpatrywać jako dźwignię dwustronną o zmiennym punkcie podparcia.

Karmiące się ptaszki

Ogólna budowa zabawki pokazana jest na rys. 2a. Parzysta liczba figurek ptaszków 1 z otwartymi dziobkami może obracać się z niewielkim tarcieniem na osiach 2. Osie te są osadzone w pionowej płycie 3, przymocowanej do podstawy 4. Nad ptaszkiem umieszczonym najwyżej znajduje się płytka z otworem 5, przez który można puścić swobodnie kulkę 6. Cała zabawka wykonana jest z drewna. Początkowo wszystkie figurki ptaszków znajdują się w równowadze trwałej (rys. 2b). Środek masy każdego ptaszka leży nieco poniżej jego osi obrotu. Niewielki moment siły pochodzący od ciężaru ptaszka \mathbf{W} jest równoważony przez moment sił tarcia o oś.

Po puszczeniu kulki swobodnie przez otwór w płycie wpada ona do otwartego dziobka pierwszego ptaszka, znajdującego się pod płytką (rys. 2c). Zatrzymanie się kulki w dziobku ptaszka powoduje przesunięcie jego środka masy na prawo od osi obrotu, a ponadto ciężar ptaszka z kulką staje się większy i wynosi \mathbf{W}_1 . Moment siły tego zwiększonego ciężaru obraca figurkę ptaszka w prawo. Podczas wykonanego obrotu kulka wypada z dziobka pierwszego ptaszka i trafia do dziobka drugiego ptaszka, znajdującego się w sąsiednim rzędzie, poniżej pierwszego. Równocześnie pierwszy ptaszek po wpływie momentu swojego ciężaru wraca do położenia równowagi trwałej. Następnie opisana sytuacja powtarza się dla drugiego, trzeciego i kolejnych ptaszków – aż do ostatniego, znajdującego się najniżej. Dla prawidłowego działania zabawki ważne jest odpowiednie rozmieszczenie ptaszków i ich wyważenie, tak żeby kulka trafiała dokładnie do kolejnych dziobków. Każdy z ptaszków może być rozpatrywany jako dźwignia dwustronna. Ruch kulki jest początkowo – przed wpadnięciem do dziobka pierwszego ptaszka – spadkiem swobodnym, a następnie rzutem ukośnym.



Rys. 2. Karmiące się ptaszki: a) budowa; 1 – figurka ptaszka, 2 – oś obrotu figurki, 3 – płyta, pionowa 4 – podstawa, 5 – płytka z otworem, 6 – kulka, b) figurka ptaszka w położeniu równowagi, c) obrót figurki po trafieniu kulki do dziobka

Warto zajrzeć do sklepu z pamiątkami ludowymi i podjąć decyzję o wykorzystaniu niektórych ze znajdujących się tam zabawek jako niekonwencjonalnych środków dydaktycznych, znakomicie nadających się do rozbudzenia zainteresowania uczniów fizyką. Fakt, że wszystkie z przedstawionych zabawek wykonane są z naturalnego surowca, jakim jest lite drewno barwione żywymi kolorami, ma również swoje proekologiczne i estetyczne znaczenie.



DOŚWIADCZENIA OBOWIĄZKOWE

Wyznaczanie wartości przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego

Dagmara Sokołowska
ze wstępem Z. Gołąb-Meyer

Wstęp

Pomiar przyspieszenia ziemskiego g powinien należeć do obowiązkowego kanonu doświadczeń wykonywanych w szkole w klasach ponadgimnazjalnych. W gimnazjum ma sens wykonywanie go jedynie z bardziej zaawansowanymi uczniami.

Pomimo iż sam pomiar g jest dziecinnie prosty i może być wykonany nawet w przedszkolu (zmierzenie długości wahadła, pomiar czasu dziesięciu okresów), to jednak zrozumienie jego sensu wiąże się z poważnymi przeszkodami poznawczymi.

O ile pomiar taki nie ma pozostać jedynie przyjemną aktywnością imitującą pracę naukową, nauczyciel powinien rozpoznać te trudności i pomóc uczniom je pokonać.

Pomiar g to zupełnie coś innego niż pomiar długości czy pomiar masy. Wielkości g nie „widać”, nie można jej wziąć do ręki, jak np. ciała o jednostkowej masie. g nie mierzy się bezpośrednio, tak jak mierzony jest, powiedzmy, czas. Pomiar g jest uwikłany w skomplikowaną formułę i jest zdecydowanie czymś innym niż np. wyznaczenie powierzchni prostokąta poprzez pomiar jego wysokości i długości (w końcu powierzchnię można zmierzyć, układając na figurze geometrycznej małe jednostkowe kwadraty).

Jak wykazały staranne i powtarzane wielokrotnie badania psychologa Jeana Piageta, uczeń jest w stanie zrozumieć i samodzielnie odkryć sens izochronizmu wahadła, to jest zależności okresu jedynie od długości, dopiero gdy osiągnie poziom myślenia formalnego, czyli przeciętnie gdy ma kilkanaście lat. Nie bez powodu dopiero genialny Galileusz odkrył ten fakt.

Przyspieszenie ziemskie jest pojęciem wysoce abstrakcyjnym i nie możemy oczekiwać, by jego sens został uchwycony przed osiągnięciem poziomu myślenia formalnego; jednakowoż, ok. 20% uczniów nigdy tego poziomu nie osiąga. Najpierw należy uczniów oswajać z pojęciem g , poprzez doświadczenia myślowe: ruchy w windzie Einsteina, na statku kosmicznym, na Księżycu. Proste zadania rachunkowe, zresztą nie lubiane przez uczniów, oswajają to pojęcie.

Kolejną przeszkodą poznawczą jest **istnienie niepewności pomiarowych. Dla uczniów istnienie wartości prawdziwej wielkości fizycznej jest oczywistością.** Niedokładność pomiaru, według uczniów, wynika z naszej niedoskonałości, ale „jakby się tak człowiek przyłożył, to by zmierzył idealnie”. Na jednej lekcji nie zmienimy tego stanowiska, i nie ma takiej potrzeby.

Jednym z celów wykonywania doświadczenia jest przekonanie uczniów, iż każdy pomiar jest obarczony pewną niedokładnością, z której powinni sobie zdawać sprawę. Najlepiej poświęcić parę minut cennego czasu i pozwolić uczniom na wykonanie pomiaru spontanicznie, tak jak sobie sami wymyślą. Większość np. będzie mierzyć czas trwania jednego okresu.

Pomiar długości wahadła też może być nieprawidłowy. Otrzymane i zapisane na tablicy wyniki będą miały zatem duży rozrzut. I tu jest pora na pierwsze pytanie: Czyj wynik jest

najlepszy? Co znaczy najlepszy? Precyzyjny? Czy możemy to stwierdzić, przyglądając się uważnie procedurze pomiarowej?

Teraz przychodzi najważniejszy punkt: Jak zaplanować pomiar, aby był możliwie precyzyjny? Potem ocenić jego dokładność?

Na zakończenie jest czas na zwrócenie uczniom uwagi na to, **co znaczy wahadło matematyczne jako model fizyczny**: i w jakim stopniu rzeczywiste wahadła są dobrą realizacją modelu wahadła matematycznego. Najbardziej zaawansowani uczniowie mogą dowiedzieć się o wahadle fizycznym – też modelu zachowania rzeczywistych przedmiotów.

Należy podkreślić, że jeśli nawet niektórym uczniom umkną istotne dla zrozumienia fizyki problemy, to jednak podstawowe fakty dotyczące procedury pomiarowej i oceny niepewności pomiarowych powinny (i mogą) być porządnie przyswojone. Często okazuje się, że lekarze i technicy nie do końca zdają sobie z tego sprawę, a tego chcemy uniknąć.

Z.G-M

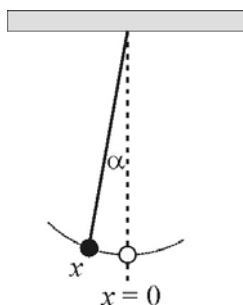
Doświadczenie to można wykonać „sposobem domowym”, bez konieczności wykorzystania jakichkolwiek urządzeń czy przyrządów z pracowni fizycznej. Jego zaletą jest stosunkowo duża precyzja wyznaczenia wartości przyspieszenia ziemskiego g (odchylenie od wartości tablicowej rzędu kilku procent), której zwykle nie pogarsza brak doświadczenia młodego eksperymentatora. Doświadczenie przeznaczone dla klasy I szkoły ponadgimnazjalnej, można także wykonać z uczniami gimnazjum.

Czas trwania doświadczenia: 20–25 min.

Czas opracowania wyników: 20–30 min.

Przyrządy. Wahadło matematyczne, długi przymiar (np. centymetr krawiecki), taśma klejąca lub pinezka, czasomierz (wystarczy zegarek z sekundnikiem lub stoper). **Wahadło** powinno zostać wykonane przez każdego ucznia według indywidualnego pomysłu (najlepiej przed lekcją, w domu), będącego jak najwierniejszą realizacją definicji wahadła matematycznego: „ciała punktowego o masie m zawieszono na długiej, nieważkiej nierozciągliwej nici” (np. kamyk, kulka szklana itp. o średnicy mniejszej niż 1 cm, zawieszono na nici o długości 1 m).

Teoria. Wahadło matematyczne odchylone o niewielki kąt ($\alpha < 7^\circ$) z położenia równowagi podlega prawom ruchu prostego oscylatora harmonicznego. Wypadkowa siła \vec{F}_w działająca na ciało o masie m jest siłą sprrowadzającą ciało do położenia równowagi, ($x = 0$), a więc jest siłą zwróconą przeciwnie do wychylenia z położenia równowagi. Wartość tej siły jest równa $F_w = mg \sin \alpha \approx mg \frac{x}{L}$, a zatem proporcjonalna do wychylenia x .



Równanie ruchu oscylatora harmonicznego:

$$ma = -kx, \quad (1)$$

gdzie w przypadku wahadła matematycznego:

$$k = \frac{mg}{L},$$

stąd okres drgań tego ruchu:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{m}}} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}. \quad (2)$$

Doświadczenie. Swobodny koniec wahadła matematycznego należy przyczepić do ściany lub brzegu stołu tak, aby cała nić, obciążona masą m , zwisała swobodnie. Wahadło wprawiamy w ruch w jednej płaszczyźnie poprzez wychylenie go z położenia równowagi o mały kąt, rzędu $1-7^\circ$. Podczas całego pomiaru należy dbać o to, aby ciało o masie m nie wykonywało dodatkowych ruchów (np. nie kręciło się dookoła własnej osi obrotu), oraz o to, aby w trakcie ruchu nić i ciało nie napotykały na żadne przeszkody.

Pomiary. Przed przystąpieniem do pomiarów należy zapoznać się z przyrządami: czasomierzem i pryzmiarem metrowym oraz odczytać systematyczne niepewności pomiarowe z nimi związane, tzn. najmniejsze działki obu tych przyrządów (np. dla zegarka z sekundnikiem $\Delta t = 1$ s, dla stopera $\Delta t = 0,01$ s, dla tzw. metra kra- wieckiego $\Delta L = 1$ mm).

Pomiar wykonujemy dla 6–10 różnych długości L wahadła matematycznego, np. skracając długość nici. Mierzmy **długość wahadła matematycznego L** (od punktu zawieszenia wahadła do środka masy zawieszzonego ciała; dla długości nici rzędu 0,5–1,5 m wystarczy zmierzyć długość nici). Następnie mierzymy **czas trwania dziesięciu pełnych drgań** $t = 10 \cdot T$.

Uwaga. Największa niedokładność w pomiarze okresu drgań może być wprowadzona poprzez nieskoordynowanie chwili włączania czasomierza i wprawiania wahadła w ruch. Stąd pomiar czasu dziesięciu pełnych drgań zamiast jednego okresu.

Dane doświadczalne zestawiamy w tabeli (wiersz drugi i trzeci), a wartości w wierszu czwartym i piątym odpowiednio przeliczamy:

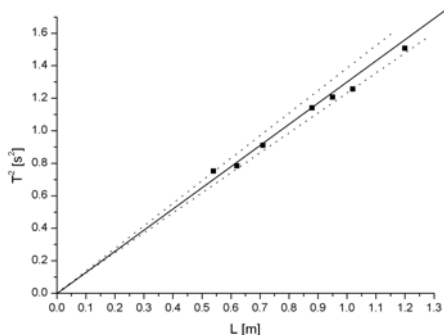
Nr pomiaru	1	2	3	4	5	6	7
L [m]							
t [s]							
$T = t/10$ [s]							
T^2 [s ²]							
$\Delta T = \Delta t/10$ [s]							
$\Delta T^2 = 2T \cdot \Delta T$ [s ²]							

Opracowanie wyników

Na kartce papieru milimetrowego albo w zeszytce w kratkę rysujemy układ współrzędnych, w którym na osi pionowej znajdzie się kwadrat okresu T^2 [s²], a na osi poziomej – długość wahadła L [m]. Następnie w układzie współrzędnych zaznaczamy punkty o wartościach (L, T^2) oraz prostokąty niepewności pomiarowych wokół tych punktów (punkty powinny się znaleźć w środku prostokątów o bokach: $2 \cdot \Delta L$ – równoległym do osi odciętych i $2 \cdot (\Delta T^2)$ – równoległym do osi rzędnych). Na załączonym wykresie przykładowym prostokąty niepewności pomiarowych są mniejsze niż znak graficzny przedstawiający punkty pomiarowe. Punkty (L, T^2) powinny układać się mniej więcej na prostej, zgodnie ze wzorem:

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{g} L. \quad (3)$$

Prostą dopasujemy do danych doświadczalnych np. metodą graficzną.



Metoda graficzna

Ponieważ w teoretycznej zależności $T^2(L)$ nie występuje parametr wolny prostej, to spodziewamy się, że prosta będzie przechodzić przez punkt $(0,0)$ w naszym układzie współrzędnych. Rysujemy dwie proste pomocnicze (linie przerywane), łączące punkt $(0,0)$ z najbardziej skrajnymi rogami dwóch prostokątów niepewności pomiarowych tak, aby wszystkie prostokąty znalazły się pomiędzy tymi prostymi. Określamy współczynniki kierunkowe tych

prostych: a_1 i a_2 . Poszukiwany współczynnik nachylenia prostej, najlepiej dopasowanej do danych doświadczalnych, reprezentowanej przez linię ciągłą, jest średnią arytmetyczną a_1 i a_2 , tj. $a = \frac{1}{2}(a_1 + a_2)$. Niepewność maksymalna współ-

czynnika kierunkowego prostej jest równa połowie różnicy dwóch skrajnych wartości współczynników kierunkowych, tj. $\Delta a = \frac{1}{2} |a_1 - a_2|$.

Uwaga. Dokładniejszym sposobem wyznaczenia współczynnika nachylenia prostej $T^2(L)$ jest zastosowanie metody regresji liniowej (patrz: H. Szydłowski, „Pracownia fizyczna”, PWN, Warszawa 1989 i wydania następne, rozdz. 2.3), wymaga to jednak albo żmudnego liczenia, albo wykorzystania programów komputerowych do analizy danych (np. Origin, Excel, Grapher, Gnuplot itp.).

Wyznaczenie wartości g

Wartość przyspieszenia ziemskiego wyznaczamy po przekształceniu wzoru (3):

$$g = \frac{4\pi^2}{a}, \quad (4)$$

a niepewność maksymalną tego pomiaru określamy ze wzoru:

$$\Delta g = g \frac{\Delta a}{a}. \quad (5)$$

Na uwagę zasługuje fakt, że jeżeli uczeń nie popełni błędu grubego związanego z niepoprawnym określeniem liczby okresów podczas pomiaru czasu trwania dziesięciu pełnych drgań albo innego błędu grubego związanego z niepoprawnym pomiarem długości wahadła matematycznego, to otrzymany wynik powinien być zgodny z wynikiem tablicowym, co można potwierdzić, jeżeli spełniona będzie nierówność:

$$|g - 9,81| \leq \Delta g. \quad (6)$$

Przyspieszenie grawitacyjne jest najczęściej używaną stałą podczas rozwiązywania zadań z mechaniki. Samodzielne wyznaczenie jego wartości przez uczniów podczas tego prostego doświadczenia jest zatem ćwiczeniem bardzo pouczającym i dającym satysfakcję także początkującym eksperymentatorom.

Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego jest w inny sposób opisany także w podręcznikach:

H. Szydłowski, *Pracownia fizyczna*, PWN, Warszawa 1989.

M. Fiałkowska, K. Fiałkowski, B. Sagnowska, *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych*, ZAMKOR, Kraków 2005.



Grawimetria

<http://encyklopedia.pwn.pl>

GRAWIMETRIA [łac.-gr.], nauka zajmująca się pomiarami przyspieszenia ziemskiego g . Wyniki pomiarów wykorzystuje się gł. do badania pola grawitacyjnego Ziemi oraz budowy jej wnętrza, a także do wyznaczania geoidy. Pomiary bezwzględne g wykonuje się, mierząc czas swobodnego spadku ciał lub okres wahadła fiz.; pomiary bezwzględne za pomocą wahadła fiz. są bardzo żmudne, trudne i czasochłonne ze względu na konieczność eliminowania błędów pomiarowych i wpływów ubocznych, dlatego też przeprowadza się je coraz rzadziej i tylko w nielicznych punktach Ziemi stanowiących podstawę pomiarów względnych, wykonywanych za pomocą grawimetrów oraz wahadeł. Wartość bezwzględną g zmierzoną w Poczdamie przyjęto za podstawę tzw. systemu poczdamskiego.

Pierwszego pomiaru przyspieszenia ziemskiego dokonał Galileusz, mierząc ok. 1602 czas swobodnego spadku ciała; pomiary względne zapoczątkował 1887 R. Sterneck. Znaczny postęp technol. w latach 60. XX w. spowodował, że obecnie pomiary bezwzględne metodą swobodnego spadku ciał stały się łatwiejsze i szybsze, jednocześnie ich dokładność wzrosła o kilka rzędów wielkości. W 1971 za punkt podstawowy (w skali całej Ziemi) dla pomiarów względnych g przyjęto Sèvres pod Paryżem. Z biegiem czasu pojawia się coraz więcej punktów na powierzchni Ziemi, w których zmierzono wartości bezwzględne g .

Opisane metody są niewystarczające do pomiarów pola grawitacyjnego w skali całej Ziemi. Na obszarach oceanów i mórz pomiar jest mniej dokładny i praktycznie nie można utworzyć jednorodnej globalnej sieci pomiarów. Rozwiązania tego problemu upatruje się obecnie w zastosowaniu sztucznych satelitów Ziemi. Stosowane są 3 metody: altimetria satelitarna; śledzenie ruchu satelity przez satelitę (ang. *satellite to satellite tracking*); gradiometria satelitarna. Altimetria satelitarna, polegająca na dokładnym pomiarze odległości satelity od powierzchni morza lub oceanu, pozwala na wyznaczenie powierzchni geoidy z dokładnością do 1 m i oczekuje się zwiększenia tej dokładności. Pozostałe 2 metody polegają na pomiarze zmian przyspieszenia, którym podlegają satelity w ruchu orbitalnym wskutek niejednorodności pola grawitacyjnego Ziemi, a następnie na tej podstawie obliczeniu szukanych parametrów pola grawitacyjnego. W szerokościach geogr., w których znajduje się Polska, przyspieszenie ziemskie g jest równe ok. $9,81 \text{ m/s}^2$.

<http://encyklopedia.pwn.pl>

Winda Einsteina

Ostatnio nastała moda na nową rozrywkę: przebywanie w stanie nieważkości. W muzeach na wolnym powietrzu oraz w parkach zabaw powstają tzw. windy Einsteina. Jedna z takich wind znajduje się w Hongkongu. Ma 196 stóp wysokości. Lot w stanie nieważkości trwa 5 sekund. U dołu wieży następuje odbicie i winda wznosi się ku górze, by znowu swobodnie opadać. Atrakcją jest to, że nie jest to niezamknięta winda, tylko siodełka na zewnątrz wieży. Oczywiście, pasażerów przypina się pasami, żeby sobie ktoś ze strachu nie dodał chyżości (jak ptaszki u Lema) i nie odleciał od wieży lub nie przekreślił się nieopatrznie głową w dół. Nasz specjalny wysłannik tam był, stwierdził, że wrażenie jest duże! Poleca stronę: www.oceanpark.com.hk. Znajduje się tam krótki film pokazujący ruch windy.





JAK TO DZIAŁA?

Komin

Dagmara Sokółowska

W mroźne zimowe dni, kiedy temperatura powietrza spada nawet do -20°C , a ciśnienie jest wyjątkowo wysokie, nasilają się zgłoszenia zatrucia tlenkiem węgla osób przebywających w mieszkaniach wyposażonych w łazienkowe piecyki gazowe lub piece opalane węglem. Z kolei w upalne lub wyjątkowo wietrzne dni może wystąpić efekt zadymienia w pomieszczeniach z piecem kaflowym albo kominkiem. Dlaczego tak się dzieje?

Komin służy do odprowadzania zużytego powietrza, spalin lub dymu z zamkniętych pomieszczeń (budynki, kopalnie, lokomotywa parowa) do atmosfery. Istnieją trzy podstawowe rodzaje kominów: wentylacyjne, spalinowe i dymowe. W większości budynków mieszkalnych wszystkie te kominy działają na zasadzie wentylacji grawitacyjnej. Polega ona na samoistnym przepływie powietrza od podstawy komina w górę do jego wylotu, na skutek wypychania powietrza z wnętrza budynku przez napływające do środka kanałami nawiewnymi zewnętrzne powietrze, bez konieczności stosowania pomp tłoczących. Dzięki wyporowi hydrostatycznemu ciepłe powietrze unosi się do góry w postaci prądu konwekcyjnego i kominem wydostaje się na zewnątrz. Dzieje się tak dlatego, że niemal zawsze powietrze znajdujące się wewnątrz budynków mieszkalnych jest cieplejsze, a co za tym idzie – charakteryzuje się mniejszą gęstością ρ_w niż zimne powietrze zewnętrzne (o gęstości ρ_z). Prowadzi to do powstania u podstawy komina, czyli w pomieszczeniu zamkniętym, tzw. *ciśnienia czynnego*, Δp . Ciśnienie czynne jest różnicą ciśnień hydrostatycznych pomiędzy ciśnieniem wywieranym przez słup powietrza zewnętrznego o gęstości ρ_z a ciśnieniem wywieranym przez słup powietrza wewnętrznego o gęstości ρ_w . Ponieważ ciśnienia te wyznacza się na poziomie odpowiadającym podstawie komina o wysokości h (rys. 1), to ciśnienie czynne dane jest wzorem:

$$\Delta p = (\rho_z - \rho_w) \cdot h \cdot g, \quad (1)$$

gdzie g – przyspieszenie ziemskie. Im większa wartość ciśnienia czynnego, tym lepszy ciąg powietrza.

Z kolei gęstość powietrza ρ w danej temperaturze T , pod dowolnym ciśnieniem p można wyznaczyć z równania stanu gazu doskonałego (powietrze w przybliżeniu można uznać za taki właśnie gaz):

$$\rho \frac{T}{p} = const = 1,2928 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right] \cdot \frac{273,15 [\text{K}]}{101325 [\text{Pa}]}, \quad (2)$$

gdzie liczby z prawej strony równania dotyczą gęstości, temperatury i ciśnienia powietrza w warunkach normalnych. Okazuje się, że przy przeciętnej różnicy temperatur wewnętrznej i zewnętrznej $\Delta T = 10 \div 20 \text{ K}$ i tym samym ciśnieniu powietrza panującym wewnątrz i na zewnątrz niskiego budynku mieszkalnego (5÷10 m) ciśnienie czynne, powodujące ruch ciepłego powietrza w górę, jest niewielkie, rzędu kilku paskali (w kominach wentylacyjnych) lub od kilkunastu do kilkudziesięciu paskali (w kominach spalinowych i dymowych, gdzie efektywna różnica temperatur wewnętrznej i zewnętrznej może być rzędu kilkuset kelwinów).

Ze względów bezpieczeństwa w prawidłowo skonstruowanych budynkach musi zostać zapewniona stała wymiana powietrza, co jest możliwe dzięki kanałom wentylacyjnym i otworom nawiewnym. Na przykład, co może być zaskakujące, zgodnie z polskimi normami dotyczącymi bezpieczeństwa, niezależnie od wielkości powierzchni mieszkalnej, w kuchni z kuchenką gazową w ciągu godziny powinno być wymieniane powietrze o objętości 70 m^3 , a w łazience – o objętości 50 m^3 . Jeżeli nie byłoby z zewnątrz stałego dopływu powietrza do pomieszczeń zamkniętych, to po pewnym czasie w pomieszczeniach tych wytworzyłoby się *podciśnienie*, związane ze stałym ubytkiem masy gazu ze szczelnie zamkniętej objętości, które to podciśnienie w konsekwencji doprowadziłoby do zassania powietrza kominem wentylacyjnym, dymowym lub spalinowym z powrotem w dół (tzw. *ciąg wsteczny*). Ciąg wsteczny ustaje po wyrównaniu się ciśnień u podstawy komina, ale nawet jego krótkotrwałe występowanie może doprowadzić do bardzo groźnych skutków, takich jak zatrucie tlenkiem węgla (z przewodów spalinowych lub dymowych), ponieważ substancja ta jest groźna dla zdrowia nawet w niewielkim stężeniu. Na taki efekt szczególnie narażeni są mieszkańcy starych budynków, w których wymieniono okna na nowe, gdyż w takim przypadku wydajność wentylacyjna otworów nawiewnych, dostosowanych do starych typów nieszczelnych okien jest zbyt mała dla zapewnienia prawidłowego funkcjonowania systemu.

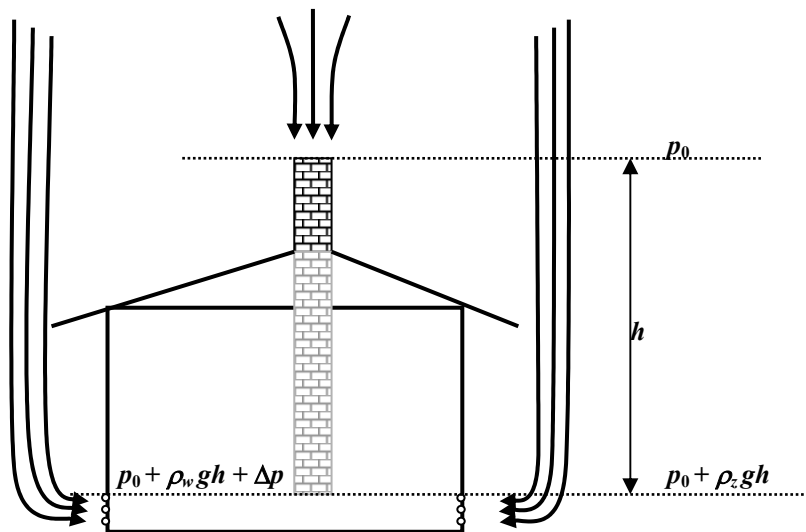
Tlenek węgla jest produktem powstającym w wyniku niepełnego spalania węgla, które może mieć miejsce m.in. w przypadku niedostatecznego dopływu tlenu do paleniska. Zatem występowanie podciśnienia w pomieszczeniach działa podwójnie niekorzystnie – zwiększa ilość wydzielanego tlenku węgla i jednocześnie powoduje jego wtłaczanie do pomieszczeń.

Kominy muszą spełniać wiele wymogów, m.in. muszą być proste i muszą odpowiednio wystawać ponad otoczenie w celu zniwelowania zawirowań powietrza u ich wylotu. Komin musi być także ocieplony, aby powietrze poruszające się

w górę w nim zbyt szybko się nie wychładzało, gdyż powoduje to zmniejszenie efektywnej wysokości słupa ciepłego powietrza h , a co za tym idzie – prowadzi do zmniejszenia ciśnienia czynnego, zgodnie z równaniem (1).

W czasie srogiej zimy bardziej uszczelniamy mieszkania, bojąc się utraty ciepła. Jeżeli w związku z tym dojdzie do zwiększenia ciśnienia zewnętrznego w stosunku do wewnętrznego, a jednocześnie do wychłodzenia górnych części komina, może wystąpić odwrócenie cyrkulacji wentylacyjnej, powodujące wtłaczanie gazów (np. tlenku węgla) do pomieszczeń zamkniętych. Podobny efekt może nastąpić przy zbyt silnych podmuchach wiatru, który wytwarzając dodatkowe ciśnienie hydrodynamiczne u wylotu komina, nadmiarowe w stosunku do ciśnienia powietrza napływającego otworami nawiewnymi, może spowodować wtłaczanie powietrza, spalin i dymu w dół przewodów kominowych. W obu tych przypadkach pomoc może rozszczelnienie okien lub ocieplenie komina. Należy także dbać o regularne przeglądy kominów, gdyż wszelkie przegrody w kanale wentylacyjnym mogą spowodować niekorzystne cofanie się gazów do wnętrza budynków (por. artykuł Teresy Jaworskiej-Gołąb na temat konwekcji, *Foton* 62).

Z kolei w upalny dzień cyrkulacja powietrza może zostać odwrócona ze względu na wyższą temperaturę powietrza na zewnątrz niż wewnątrz zacienionego budynku (patrz równania 1, 2). W tym przypadku powrót do korzystnej wentylacji może być utrudniony i możliwy tylko poprzez wytworzenie silnego *przeciągu*.

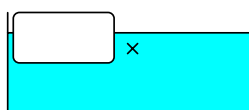
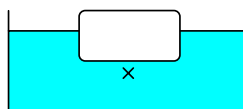




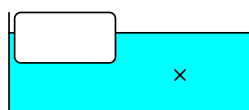
KĄCIK ZADAŃ

Adam Smólski
Fizyka w Szkole

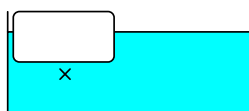
1. W naczyniu z wodą pływa klocek. Na rysunku zaznaczono krzyżykiem położenie środka masy układu naczynie–woda–klocek. Gdzie znajdzie się ten środek masy, gdy klocek przesuniemy na jedną stronę naczynia?



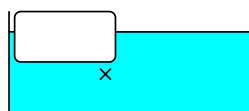
A.



B.



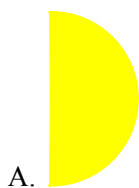
C.



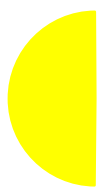
D.

E. Środek masy nie zmieni położenia.

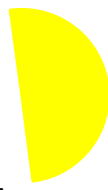
2. W czerwcowy wieczór, w momencie zachodu Słońca, Księżyc w pierwszej kwadrze widoczny jest na południowej stronie nieba, w pozycji (trzymamy głowę prosto):



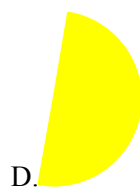
A.



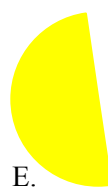
B.



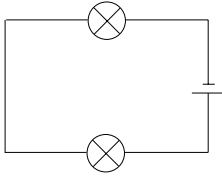
C.



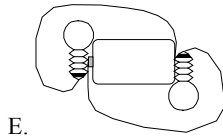
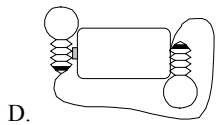
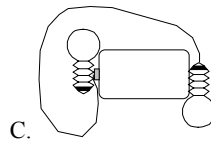
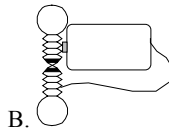
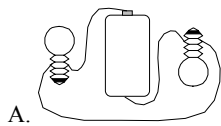
D.



E.

3. Schemat połączeń elektrycznych:

został zrealizowany w przypadku:



Poprawne odpowiedzi: 1. E; 2. C; 3. B



CO CZYTAĆ

D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, *Podstawy fizyki*, t. 1–5
J. Walter, *Podstawy fizyki – zbiór zadań*

Znany dwutomowy podręcznik *Fizyka* D. Hallidaya i R. Resnicka doczekał się w roku 2001 reedycji w postaci odmienionego pięciotomowego zbioru *Podstawy fizyki*, zredagowanego przy współudziale trzeciego autora – J. Walkera (polskie tłumaczenie pojawiło się w 2003 roku). Jest to kompendium przedstawiające aktualny stan wiedzy na temat fizyki klasycznej i fizyki współczesnej. Materiał zawarty w całym zbiorze co prawda przekracza zakres programów dla szkół ponadgimnazjalnych, jednakże bardzo przystępny sposób jego prezentacji sprawia, iż można go polecić zarówno nauczycielom fizyki, jak i uczniom szczególnie zainteresowanym tym przedmiotem.

Podstawy fizyki to podręcznik ze wszech miar nowoczesny. Rzetelnie przygotowany tekst dydaktyczny, poparty wieloma przykładami, daje czytelnikowi doskonale przygotowanie „rzemieślnicze” do rozwiązywania zadań z fizyki, a zastosowana subtelna grafika sprawia, że podręcznik nawet na pierwszy rzut oka wydaje się przyjazny. Przytaczane przykłady często pochodzą z otaczającego nas świata, a jeżeli już są oderwane od codziennego doświadczenia, podane są w dowcipnej formie („Dwaj szpiedzy finansowi chcą ukraść...”). W poszczególnych rozdziałach zbioru można znaleźć odpowiedzi na niestandardowe pytania, na przykład: Jak wykryć czarną dziurę? Co wyznacza kierunek czasu? Jak zmierzyć promień Ziemi o zachodzie Słońca? W podręczniku zastosowano minimum aparatu matematycznego, uwzględniające jednakże podstawowe metody fizyki teoretycznej: rachunek wektorowy, trygonometrię, pochodne i całki. Pod koniec każdego rozdziału pojawiają się pytania i zadania sprawdzające zrozumienie materiału (do nieparzystych numerów dołączono odpowiedzi, które znajdują się na końcu każdego tomu). Rozwiązania niektórych zadań można także znaleźć na sygnowanej przez autorów stronie internetowej.

Układ materiału w tomie *Podstawy fizyki – zbiór zadań* jest identyczny z prezentowanym w pierwszych czterech tomach podręcznika *Podstawy fizyki*. W zbiorze zadań znajdziemy przykłady uzupełniające (częściowo przeniesione z samego podręcznika, częściowo nowe), wzorcowe zadania zawierające bardzo szczegółowe opisy rozwiązań, a także pytania oraz zadania do samodzielnego rozwiązania (niektóre przytoczone w podręczniku). Podobnie jak w przypadku podręcznika – rozwiązania niektórych zadań można znaleźć na końcu książki.

Ogromna ilość zadań o różnym stopniu trudności, w tym także pytań niewymagających stosowania obliczeń, sprawia, że zarówno podręcznik, jak i zbiór zadań stają się kopalnią materiałów do nauczania fizyki na różnych poziomach zaawansowania i zainteresowania tym przedmiotem.

DS

Zbiór zadań z Konkursu LWIĄTKO 2005 z rozwiązaniami ukazał się jako dodatek do *Fizyki w Szkole* nr 6/2005

Prenumeratory *Fizyki w Szkole* otrzymają zbiorek w prezencie razem z czasopiśmie. Wszystkich, którzy chcą go dodatkowo zakupić (40 stron, 4 zł), zapraszamy do Empików i salonów prasowych Inmedio oraz księgarń agencyjnych WSiP na terenie całego kraju. Zbiór zadań można również zamówić u regionalnych przedstawicieli WSiP oraz pod bezpłatnym numerem infolinii WSiP: 0-800-220-555. Kontakty do księgarń i przedstawicieli regionalnych na stronach: www.wsip.com.pl (Informacje handlowe, Przedstawiciele).

<http://slo.bednarska.edu.pl/lwiatko/> Zbiór zadań z Konkursu LWIĄTKO 2003 i 2004 z rozwiązaniami (dodatek do *Fizyki w Szkole* nr 1/2005, 64 strony, 6 zł) jest nadal do kupienia w księgarniach agencyjnych oraz u przedstawicieli handlowych i poprzez infolinię WSiP.

Zamówienia składane przez infolinię wiążą się z dodatkową opłatą pocztową (pobieraną przy odbiorze przesyłki) w wysokości ok. 8 zł przy zamówieniu od 1 do 5 egzemplarzy.

Zapraszamy na stronę internetową Polsko-Ukraińskiego Konkursu Fizycznego LWIĄTKO 2005 <http://slo.bednarska.edu.pl/lwiatko/>



Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej i filatelistyka

Jerzy Bartke

Instytut Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie

Niedawno ogłoszono, że Komitet Noblowski parlamentu norweskiego przyznał pokojową Nagrodę Nobla za rok 2005 Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej i jej dyrektorowi generalnemu Egipcjaninowi Mohamedowi ElBaradei. Jest to okazja, aby przypomnieć historię i działalność tej ważnej organizacji.

W 1955 roku odbyła się w Genewie wielka międzynarodowa konferencja „Atom for Peace” („Atom dla pokoju”), w której wzięło udział ok. 1400 uczestników z obu stron „żelaznej kurtyny”. Konferencja ta zapoczątkowała kontakty i swobodną wymianę informacji w dziedzinie wykorzystania energii jądrowej. Po tej konferencji, w 1957 roku, została utworzona, w ramach Organizacji Narodów Zjednoczonych, Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej (MAEA) z siedzibą w Wiedniu. Jej oryginalna nazwa w języku angielskim brzmi International Atomic Energy Agency (IAEA).

MAEA zajmuje się wszystkimi aspektami praktycznego wykorzystania energii jądrowej, rozwijaniem odpowiednich technologii, wymianą informacji naukowej i technicznej poprzez publikację i organizowanie konferencji, szkoleniem specjalistów, opracowywaniem standardów bezpieczeństwa pracy instalacji jądrowych. Działalność ta dotyczy zarówno reaktorów jądrowych, jak i różnorodnych urządzeń wykorzystujących izotopy promieniotwórcze. Agencja koordynuje międzynarodowy system ostrzegania o ewentualnych zagrożeniach będących wynikiem awarii reaktorów, nadzoruje warunki składowania odpadów promieniotwórczych, produkcję i dystrybucję izotopów promieniotwórczych dla zastosowań medycznych i przemysłowych. Dokonuje także inspekcji urządzeń jądrowych w różnych krajach.

Członkami MAEA jest ponad sto państw, wśród nich także Polska. Oficjalnym przedstawicielem Polski w Agencji jest prezes Państwowej Agencji Atomistyki prof. Jerzy Niewodniczański. Wielu polskich specjalistów, głównie z Międzyresortowego Instytutu Fizyki i Techniki Jądrowej w Krakowie (obecnie Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH), ale także z Instytutu Fizyki Jądrowej, pracowało w Agencji. Tadeusz Florkowski, Kazimierz Przewłocki i Kazimierz Różański byli kolejno kierownikami laboratorium izotopowego Sekcji Hydrologii Izotopowej w siedzibie Agencji w Wiedniu. Sekcja ta monitorowała skład izotopowy wody z opadów atmosferycznych w kilkudziesięciu stacjach na całym świecie. Inni specjaliści wyjeżdżali jako eksperci Agencji do krajów rozwija-

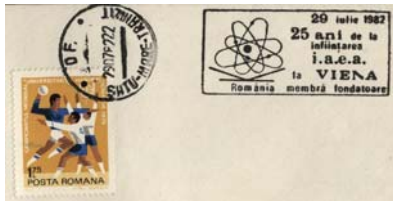
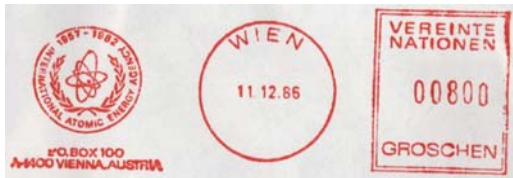
jących się (Jan Czubek, Bogdan Dziunikowski, Jerzy Grabczak, Barbara Hołyńska, Tadeusz Niewiadomski i inni). Młodzi pracownicy i studenci korzystali ze szkoleń i stypendiów fundowanych przez Agencję.

Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej poświęcono wiele znaczków i stempli pocztowych. Pierwsze znaczki, o podobnym rysunku i z napisami w kilku językach, wydane zostały już w 1958 roku przez ONZ w Nowym Jorku, a także przez Belgię. W 1962 roku ukazał się znaczek księstwa Monako. Na 10-lecie Agencji (1967 rok) znaczki wydały Gabon i Mauretania, na 20-lecie (1977 rok) Austria i ONZ, na 25-lecie (1982 rok) ZSRR, na 30-lecie (1987 rok) Bułgaria i ZSRR. Budynki międzynarodowego centrum, otwartego w 1979 roku w Wiedniu, w którym

mieści się m.in. MAEA, uwidocznione są na znaczkach Austrii (1979 r.) i ZSRR (1987 r.).

Oprócz znaczków pokazujemy kilka stempli okolicznościowych poświęconych Agencji i organizowanym przez nią konferencjom oraz dwie frankatury mechaniczne, stosowane przez biuro pocztowe MAEA.







Nauka na Scenie Genewa, 21–25 XI 2005

Marek Lipiński

I Liceum Ogólnokształcące w Tarnowie

Postęp cywilizacyjny oraz rozwój technologiczny, jaki dokonuje się na naszych oczach i którego uczestnikami jesteśmy, powoduje ciągłą poprawę warunków życia, poruszania się oraz komunikowania, pozwala sięgać do granic Wszechświata i w głąb mikroświata. Jednak dla wielu ludzi staje się barierą trudną do przebycia i ogarnięcia, powodując postrzeganie nauk przyrodniczych jako czegoś nieosiągalnego i zrozumiałego tylko dla wąskiego grona „wtajemniczonych”.

Właśnie dlatego, siedem europejskich laboratoriów i instytutów naukowych skupionych w EIROForm (European Intergovernmental Research Organisations' Forum) od 2000 r. organizuje Festiwale Nauki, których uczestnikami są nauczyciele szkół i uczelni. EIROForum tworzą:

- CERN (European Organisation for Nuclear Research),
- EFDA (European Fusion Development Agreement)
- EMBL (European Molecular Biology Laboratory),
- ESA (European Space Agency),
- ESO (European Southern Observatory),
- ESRF (European Synchrotron Radiation Facility),
- ILL (Institut Laue-Langevin).

Pierwsze trzy edycje Festiwalu skupiały nauczycieli fizyki i odbywały się pod nazwą *Physics on Stage* (Fizyka na Scenie) w Genewie (CERN, listopad 2000 r.) i w Nordwijk (ESA, kwiecień 2002 i listopad 2003 r.).

W 2005 r. organizatorzy rozszerzyli spektrum dziedzin prezentowanych na festiwalowej scenie o projekty z biologii i chemii, a Festiwal przyjął nazwę Nauka na Scenie (*Science on Stage*). Na miejsce spotkania wybrano po raz drugi Genewę, a właściwie CERN, największe europejskie laboratorium fizyczne, leżące na granicy szwajcarsko-francuskiej. Festiwal odbył się w dniach 21–25 listopada 2005 r. Uczestniczyło w nim 29 delegacji narodowych z całej Europy i Kanady, w sumie ok. 500 osób.

Polskę reprezentował 23-osobowy zespół nauczycieli szkół wyższych, gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych, pod kierunkiem przewodniczącego Komitetu Organizacyjnego polskiego festiwalu *Science on Stage* prof. Wojciecha Nawroćka (Wydział Fizyki Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu) oraz prezesa Polskiego Towarzystwa Fizycznego prof. Macieja Kolwasa. Delegatami byli nauczyciele, którzy sami lub wraz z zespołami uczniów zostali laureatami poszczególnych kategorii Krajowego Festiwalu Nauki Przyrodnicze na Scenie, jaki miał

miejsce w dniach 23–24 września 2004 r. na Wydziale Fizyki UAM w Poznaniu (*Foton* 87/2004).

Festiwalowe spotkania odbywały się na dwóch arenach – scenie głównej w *Auditorium* oraz w potężnym, ogrzewanym namiocie ustawionym na zewnątrz budynku. Scena główna była miejscem uroczystości oficjalnego otwarcia i zakończenia Festiwalu oraz prezentacji projektów narodowych, wytypowanych przez organizatorów. Festiwalowy namiot gościł narodowe stoiska oraz tzw. małą scenę, której widownia była jednocześnie miejscem spotkań przy kawie czy podczas lunchu.

Szczegółowo i drobiazgowo zaplanowany przez organizatorów czas, z jednej strony, nie pozwalał nikomu z uczestników na nudę, z drugiej – umożliwiał i wywuszczał różnorodne aktywności: od własnych prezentacji na stoisku narodowym, poprzez oglądanie przedstawień na scenie głównej oraz uczestnictwo w codziennych warsztatach tematycznych, aż po udział w wycieczkach i spektaklach. Pięciodniowy cykl spotkań był szczególnym czasem prezentacji własnych oryginalnych pomysłów z fizyki, biologii i chemii. Można było zobaczyć atrakcyjne i nowatorskie podejście do wielu tematów realizowanych w szkolnym czy akademickim kursie fizyki, biologii lub chemii. Liczyła się również efektywność i widowiskowość pokazów. Duże wrażenie robił np. transformator Tesli prezentowany na małej scenie i na stoisku narodowym Hiszpanii przez festiwalowego weterana Miguela Carbrerizo. Z odległości kilku metrów od transformatora świetlówki i rurki Plücker'a świeciły pełnym blaskiem. W wielu doświadczeniach zastosowano przebój pokazów ostatnich lat – magnesy neodymowe. Portugalczycy używali ich do pokazu sił elektrodynamicznych w najprzeróżniejszych odmianach modeli silniczków elektrycznych. Belgowie, Brytyjczycy i Hiszpanie, używający stalowych kulek i silnych magnesów neodymowych, modelowali przyspieszanie cząstek w akceleratorze liniowym i cyklotronie. Równie ciekawy był związek z filmem pokaz Duńczyków, jak zachowują się ciała w nieinercjalnych układach wirujących i w układzie spadającej z przyspieszeniem kabiny windy, która była filmowana przez dwie kamery: w windzie i poza nią. Świetnym nawiązaniem do głównego hasła festiwalu „Nauka dla ludzkości” (*Science for Humanity*) były zaprezentowane na włoskim stoisku drewniane repliki najważniejszych budowli architektonicznych Włoch. Zachowanie budowli podczas wstrząsów tektonicznych w bardzo ciekawy sposób pokazali w szkieletowych modelach Francuzi. Najciekawsze projekty i prezentacje zostały wyróżnione przez festiwalowe jury.

Oprócz prezentacji doświadczeń własnych na stoisku narodowym organizatorzy zaproponowali kilka dodatkowych atrakcji. Jedną z nich było zwiedzanie w międzynarodowych grupach z przewodnikiem wybranych części CERN-u.

Ale ponieważ nie samą nauką fizyk żyje, organizatorzy przygotowali także program kulturalny. W sali koncertowej GLOBE uczestniczyliśmy w operze pt. *Kosmos*. Był to raczej spektakl typu światło-dźwięk, podczas którego w formie

baletowo-pantomimicznej ujrzeliśmy artystyczną wizję ewolucji Wszechświata od momentu Wielkiego Wybuchu, aż po czasy współczesne, ukazane przez znaczące postaci świata nauki i filozofii.

Nasz udział w Festiwalu należy uznać za udany. Prezentowane przez wszystkich członków zespołu własne doświadczenia cieszyły się dużą popularnością wśród zwiedzających. Najbardziej efektowne skupiały uwagę widzów i obiektywów kamer. Należały do nich: prezentowane przez Jana Olejniczka – silnik Stirlinga i pojazdy wiatrowe poruszające się dokładnie pod wiatr. Panie Małgorzata Masłowska i Grażyna Generowicz pokazywały model tornada i model inwersji temperatur w wodzie niektórych jezior na świecie, Edyta Grzebyta – „śpiewające” ogórki, Krystyna Raczkowska-Tomczak i Irena Sitko „zamianę” wody w Coca-Colę i doświadczenia z wodą; Ewa Pater – kilkudziesięcio-centymetrowe wyładowania elektryczne na układzie pinezek; Grażyna Słowiana model fontanny Herona; Mariusz Chodór prawo Bernoulliego na przykładzie piłeczki pingpongowej utrzymującej się w szybkiej strudze wody wypływającej pionowo w dół z plastikowej butelki; piszący te słowa Marek Lipiński – napięcie powierzchniowe w akcji przeciwko sile wyporu.

Piękny wystrój ścian naszego stoiska to dzieło Marii Dobkowskiej, która na zawieszonych posterach, sponsorowanych przez WSiP, przedstawiła kilkadziesiąt zdjęć wykonanych przez uczniów w ramach Ogólnopolskiego Konkursu „Fotografujemy zjawiska fizyczne”.

Największym hitem naszego stoiska okazał się dynamiczny model układu krwionośnego człowieka ze wszystkimi najważniejszymi funkcjami. Ma on możliwości symulowania wielu rzeczywistych zagrożeń, schorzeń i chorób, jakie występują w realnym i żywym organizmie ludzkim. Prezentowany model, pieszczotliwie zwany przez całą polską ekipę Frankiem, wzbudzał duże zainteresowanie zwiedzających. Wspaniała i bardzo profesjonalna prezentacja została dostrzeżona przez organizatorów i jurorów, a autorzy projektu, **dr Aneta Szczygielska** i **dr Jerzy Jarosz** z Uniwersytetu Śląskiego, zostali laureatami III miejsca nagrody *Euro Prizes*, wręczonej podczas oficjalnego zakończenia Festiwalu.

Sukcesami swoich liderów mogli również cieszyć się przedstawiciele innych krajów. I tak wyróżnienia poszczególnych instytutów EIROForum otrzymali: Anglicy, Duńczycy, Grecy, Irlandczycy, Portugalczycy, Węgrzy i Włosi, natomiast nagrody *Euro Prizes* otrzymali: I miejsce Francuzi, II miejsce Belgowie, a IV miejsce Niemcy (szczegóły: <http://www.physicsonstage.net>).

Kolejny Europejski Festiwal *Science on Stage 2*, odbędzie się w dniach 2–6 kwietnia 2007 r. w Grenoble (Francja). Informacja o polskiej edycji festiwalu na stronie internetowej <http://main.amu.edu.pl/~fizscena/> – zgłoszenia do **3 czerwca 2006**.

www.scienceonstage.net



Międzynarodowa Letnia Szkoła dla Młodych Fizyków 2005 w Waterloo, Ka- nada

Izabela Balwierz

V LO w Krakowie

W sierpniu ubiegłego roku uczestniczyłam w trzeciej edycji Międzynarodowej Letniej Szkoły dla Młodych Fizyków (International Summer School for Young Physicists – ISSYP), która odbywała się jak zwykle w Perimeter Institute for Theoretical Physics (<http://www.perimeterinstitute.com>). Instytut ten jest położony w miejscowości Waterloo w prowincji Ontario w Kanadzie. Znajduje się on w pobliżu Toronto, co czyni go niezwykle dobrze prosperującym ośrodkiem naukowym. Naukowcy przyjeżdżają tu zarówno ze względu na sprzyjające warunki pracy, jak i na samo otoczenie. Waterloo jest miasteczkiem uniwersyteckim, skupiającym się głównie na naukach ścisłych, posiadającym mnóstwo parków i zieleni. Sam PI został ufundowany 5 lat temu przez Mike'a Lazaridisa, który został milionerem dzięki wynalezieniu RIM Blackberry™ (unowocześnionego pagera z przeglądarką internetową oraz telefonem). Postanowił on założyć instytut zajmujący się problemami fizyki współczesnej, aby wspomóc rozwój nauki. Jednak nie tylko fizycy znaleźli tu doskonałe warunki do pracy. Również my – młodzież – wspaniale spędziliśmy tam czas.

ISSYP jest organizowaną co roku letnią szkołą fizyki, trwającą przez dwa tygodnie. Jej uczestnikami mogą zostać młodzi ludzie z całego świata, uczęszczający do I lub II klasy szkoły średniej (odpowiednio dla danego kraju). Celem tego programu jest rozwinięcie w młodych ludziach zainteresowań fizyką współczesną oraz zagłębienie się w problemy, jakie ona stawia przed nami współcześnie. W każdej edycji programu bierze udział czterdziestu uczniów pochodzących z całego świata. W tym roku, oprócz 22 Kanadyjczyków było również po dwóch uczniów z Polski, Niemiec, Grecji, Włoch, Brazylii, Singapuru, Korei Południowej, Australii i USA. Polska była reprezentowana po raz pierwszy.

Do Kanady pojechałam razem z Tomkiem Kubikiem z LO Towarzystwa Salezjańskiego w Bydgoszczy oraz panią Dobromiłą Nowak-Szczepaniak z Instytutu Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Wrocławskiego, który był organizatorem konkursu kwalifikacyjnego w Polsce (<http://www.ift.uni.wroc.pl/konkurs>). O samym konkursie dowiedziałam się od pani dr Zofii Gołąb-Meyer z Instytutu Fizyki UJ w Krakowie, a szczegółowe informacje uzyskałam ze strony internetowej czasopisma *Fizyka w Szkole*.

Podczas podróży samolotem przeżyłam swój najdłuższy dzień w życiu, który trwał 22 h (pamiętajmy o 6-godzinnej zmianie czasu). Zanim dotarliśmy do Wa-

terloo, musieliśmy pokonać małe problemy związane z wydostaniem się z lotniska w Toronto. Mieliśmy bowiem względną przyjemność poznać kanadyjskich oficerów imigracyjnych. Wydawało nam się, że nie wierzyli, iż jesteśmy fizykami i przyjechaliśmy na Letnią Szkołę Fizyki. Myślę, że po prostu nie przypominaliśmy z wyglądu Einsteina...

Program zajęć w Perimeter Institute realizowany był w zgodzie z harmonogramem posiłków. Bardzo spodobała mi się teoria naukowców z PI: aby efektywnie pracować nad problemami fizycznymi, trzeba dobrze dożywiać organizm. Do budynku instytutu przyjeżdżaliśmy typowym, amerykańskim *school busem* o 9 rano. Zajęcia kończyły się o 17. Podczas przerw w wykładach można było napić się amerykańskiej coca-coli, która była dostępna w olbrzymich ilościach. Nie udało nam się jednak przekonać obsługi do udostępniania nam ciepłej herbaty, ponieważ w Kanadzie panuje przekonanie, że jest ona bardzo szkodliwa dla dzieci. No cóż, pozostały nam tylko gazowane napoje... Między zajęciami była również przerwa na lunch, na którą każdy z nas czekał z niecierpliwością. Po dniu spędzonym na nauce jechaliśmy na obiad, codziennie odwiedzając inny lokal. Pomysłowość organizatorów w tym względzie była zaskakująca.

Program Szkoły rozpoczął się od wykładów bazowych, które miały nas zapoznać z podstawami mechaniki kwantowej i szczególnej teorii względności. Zajęcia z tego pierwszego tematu prowadził dr Frederic Schuller, pracownik PI. Jego wykłady należały do najciekawszych. Zresztą sam dr Schuller jest bardzo intrygującą postacią. Kredę z rąk wycierał w koszulkę i twierdził, że w szczególnej teorii względności jest błąd. Również tempo jego wykładów było niesamowicie szybkie.

Właściwe wykłady dotyczyły takich tematów, jak: fizyka czarnych dziur, teleportacja kwantowa, kryptografia kwantowa, komputery kwantowe i kwantowa grawitacja, czyli krótko mówiąc: duuużo małych kwantów. Jednym z naszych wykładowców był sam Lee Smolin, znany na całym świecie twórca teorii płodnego Wszechświata, według której wszechświaty rozmnażają się poprzez produkcję czarnych dziur. Jest on również autorem książek *Życie Wszechświata* i *Trzy drogi do kwantowej grawitacji*, w których zawarł swoje pomysły. Podczas wykładu dzielił się z nami problemami, nad którymi aktualnie rozmyśla, żebyśmy może też się nad nimi zastanowili i pomogli mu je rozwiązać...

Obok wykładów odbywały się również tzw. sesje grupowe. Były to zajęcia pod przewodnictwem naukowców pracujących w PI. W każdej grupie było po 6–7 uczniów. Na temat mojego 4-godzinnego cyklu zajęć wybrałam *Calculating the probability of observing a 4-jet process at the LHC* (obliczanie prawdopodobieństwa zaobserwowania procesu 4-jet w akceleratorze LHC w CERN-ie), ze względu na moje zainteresowanie cząstkami elementarnymi. Również fakt, iż w 2008 roku ma zostać otwarty akcelerator LHC, nie pozostawał bez znaczenia. Pod koniec trwania Szkoły każda grupa musiała zaprezentować innym, czego się nauczyła. Mieliśmy na to 15 minut. Trema była, ale to właśnie dzięki odpowiedzialności,

jaka na nas spoczywała, tak gruntownie staraliśmy się przygotować do naszego wystąpienia. Jeśli czegoś nie zrozumieliśmy, mieliśmy doskonałe warunki do tego, aby zadawać pytania i rozwiązać swoje wątpliwości. Oczywiście, najżywsze dyskusje toczyły się z naszymi tutorami, ale inni naukowcy również nie mogli się opędzić od uczestników Szkoły. Fizycy przyjmowali to jednak z niespodziewaną cierpliwością i życzliwością. Tematy rozmów były zresztą najróżniejsze: począwszy od zagadnień fizycznych do prostych pytań o ich pracę.



Oprócz godzin w zamkniętej sali wykładowej Perimeter Institute, czas nauki spędziliśmy również w parku, gdzie sami wykonywaliśmy doświadczenia. Bardzo lubiliśmy tę formę zajęć, zwłaszcza że przez całe dwa tygodnie trwania szkoły pogoda była piękna, a czasami było wręcz za gorąco. Zdziwiło mnie to, tak jak i wszystkich Europejczyków. Kanada bowiem każdemu kojarzy się z krajem zimnym, zamieszkanym przez łosie... Paradoks jednak polega na tym, że Kanadyjczy cy podobnie myślą o Polsce.

Zwiedziliśmy również kilka laboratoriów. Zaproszono nas do Photonic Laboratory at Wilfrid Laurier University w Waterloo (<http://www.wlu.ca>), gdzie mogliśmy zobaczyć najnowszą aparaturę do badań nad technologią optyczną. Byliśmy również w Photonics Laboratory w Toronto, gdzie sami mogliśmy stworzyć hologram. Niestety, nie odbyło się to bez poświęceń. Nasz przewodnik uparł się, żeby uchwycić moment, gdy jedna z moich koleżanek zostaje oblewana wodą ze szklanki... Laboratorium, które mi się najbardziej podobało, znajduje się w Institute for Quantum Computing w Waterloo (<http://www.iqc.ca>). Już wcześniej bardzo interesowałam się komputerami kwantowymi i kryptografią kwantową. Teraz mogłam zobaczyć doświadczenia, które są przeprowadzane podczas badań nad tymi problemami.

Wolne wieczory spędzaliśmy na kampusie University of Waterloo, gdzie mieszkaliśmy w Ron Edyt Village (REV), zajmując się powtórkami wykładów. Pomagaliśmy sobie wzajemnie podczas sesji nazywanych „Schuller’s tutorials” –

na cześć naszego ulubionego wykładowcy. Wielokrotnie zażarte dyskusje toczyły się do późnych godzin nocnych. W drugim tygodniu, kiedy rozpoczęły się już wykłady właściwe, tłok na sali przeznaczonej do nauki zmalował, ale za to dyskusje przeniosły się do pokoi i do sali z bilardem, który był dostępny nawet do 3 w nocy. Gdy już lepiej się poznaliśmy, rozmawialiśmy na tematy zupełnie swobodne i całkowicie codzienne, typowe dla ludzi w naszym wieku. Opowiadaliśmy też o naszych krajach. Byłam bardzo mile zaskoczona zainteresowaniem Polką i polskimi zwyczajami. Najdłużej chyba próbowałam wytłumaczyć im walory polskiego chleba, gdyż w Kanadzie właściwie w ogóle pieczywa się nie jada. Zainteresowaniem cieszyła się też nauka języka. Pod koniec trwania Szkoły potrafiłam już liczyć od 1 do 10 po portugalsku, chińsku, japońsku, włosku, grecku, rumuńsku i niemiecku. Podczas uczenia kolegów polskiego zdałam sobie sprawę, jak bardzo skomplikowane są nazwy. Moi anglojęzyczni koledzy nie byli w stanie powtórzyć nawet słowa „trzy”. Łamacze językowe w stylu „chrząszcz brzmi w trzcinie” udało się opanować tylko Brazylijczykowi i Niemcowi. Pod koniec ISSYP zaczęłam mówić do moich najbliższych kolegów i koleżanek po polsku. Zżyłam się z nimi tak bardzo, iż zapominałam, że pochodzimy z różnych krajów. Wciąż utrzymujemy kontakt poprzez Internet.

Często wieczorami zapewniano nam jakąś atrakcję. Byliśmy na musicalu „Hello Dolly” w teatrze w Stratford, na go-kartach, golfie, karaoke, a w ostatnią noc zorganizowano dla nas ognisko. Zwiedziliśmy CN Tower, skąd rozpościera się wspaniały widok na całe miasto. Udało nam się zobaczyć je zarówno w świetle słonecznym, jak i sztucznym. Widok przez szklaną podłogę, 170 metrów w dół, był niesamowity. W niedzielę pojechaliśmy na cały dzień na najwspanialszą wybieczkę, czyli do wodospadów Niagara.

Nasz pobyt w PI nie pozostał bez echa w kanadyjskich mediach. Już pierwszego dnia przeprowadzony został wywiad z jedną z naszych koleżanek. Również podczas wykładów byliśmy filmowani, a relacja znalazła się później w telewizji. Pisano o nas także w gazecie. Określono nas nawet mianem młodych Einsteinów...

Sponsorami mojego przelotu oraz przelotu drugiego laureata konkursu – Tomka Kubika, a także naszej opiekunki – pani mgr Dobromiły Nowak-Szczepaniak byli kolejno: Urząd Miasta Krakowa, Urząd Miasta Bydgoszczy, Zespół Szkół nr 18 we Wrocławiu wspierany przez Urząd Miasta Wrocławia oraz po części prywatne środki. Koszt pobytu na miejscu w całości pokrywał Perimeter Institute.

Bardzo dziękuję wszystkim osobom oraz instytucjom, które przyczyniły się do mojego wyjazdu.

W tym roku odbędzie się kolejna edycja konkursu. Informacje można znaleźć na stronie internetowej: <http://issyp.ift.uni.wroc.pl>
Termin nadsyłania prac konkursowych upływa 31 marca 2006 r.



KOMUNIKAT

Zakopiańskie Przedszkole Fizyki 2006

Zainteresowanych informujemy, iż w dniach 29.05–2.06.2006 r., planowane jest Przedszkole Fizyki przy XLVI Szkole Fizyki Teoretycznej w Zakopanem.

Zgłoszenia należy kierować na adres:

dr Dagmara Sokołowska, ufdsokol@cyf-kr.edu.pl



A jak było w zeszłym roku?



Przedszkole Fizyki 2005 okiem uczestnika...

Izabela Balwierz

V LO w Krakowie

Wraz z kolegami i koleżankami z mojej szkoły oraz II LO w Krakowie i liceum w Bochni, uczestniczyliśmy w czerwcu 2005 r. w Przedszkolu Fizyki, organizowanym przy XLV Krakowskiej Szkole Fizyki Teoretycznej w Zakopanem. Mieszkaliśmy w domu wypoczynkowym Lonka niedaleko Krupówek, gdzie chętnie chodziliśmy po dniu wypełnionym wykładami (o ile ktoś miał jeszcze siłę...).

Wykłady odbywały się w hotelu Geovita, gdzie również serwowano nam pyszne posiłki, podczas których mogliśmy liczyć na miłą pogawędkę z naukowcami – uczestnikami Szkoły. Wielu z nich pytało po prostu o sposób nauczania

fizyki w liceum albo zwyczajnie rozmawialiśmy o tym, jak nam mija pobyt w Zakopanem.

Wiele naszych wykładów było prowadzonych w języku angielskim, jako że Szkoła zrzeszała fizyków z całego świata. Najbardziej chyba spodobał się nam wszystkim wykład, który wygłosił naukowiec z USA, Mike Lisa, prezentujący eksperyment przeprowadzany w jego macierzystym instytucie badawczym. Zajęcia dla nas prowadzili również naukowcy z UJ. Najmocniej zapadł nam w pamięć wykład prof. H. Arodzia o solitonach, podczas którego wykonał on poglądowe demonstracje na skonstruowanym przez siebie modelu solitonów, oraz wykład prof. A. Białasa o „zranionych nukleonach”, przeprowadzony na wzór prawdziwego seminarium naukowego.

Wykłady zaprezentowane podczas Przedszkola Fizyki 2005 dały nam niesamowitą możliwość poszerzenia zainteresowań głównie fizyką współczesną. Większość poruszonych zagadnień nie znajduje odzwierciedlenia w programie nauczania liceum. Paradoksalnie, są to tematy najbardziej aktualne.

My sami również mogliśmy się zaprezentować w roli wykładowców, kiedy to w 2–3-osobowych grupach wygłaszaliśmy swoje referaty z fizyki. Razem z moją koleżanką i kolegą z klasy postanowiliśmy opowiedzieć o komputerach kwantowych, które są jednym z największych wyzwań współczesności. Prezentacja uczniowska, która spodobała się nam wszystkim najbardziej, była przygotowana przez dwóch kolegów z II LO, omawiających doświadczenie Einsteina-de Haasa. Sami zbudowali do niego model i trzeba przyznać, że wykonali to z niezwykłą precyzją. Praca nad nim trwała wiele tygodni, ale efekty były wspaniałe!

Po godzinach spędzonych na sali podczas zajęć mieliśmy również okazję podziwiać góry, pośród których przecież przebywaliśmy. Pomimo że pogoda nie była łaskawa, jeden dzień przeznaczony został na rozjaśniającą umysł i poprawiającą kondycję fizyczną wyprawę w Tatry.

Uczestnictwo w Przedszkolu Fizyki 2005 dało mi niepowtarzalną szansę zobaczenia, jak to jest być fizykiem, oraz rozwinięcia moich zainteresowań. Takich wyjazdów powinno być zdecydowanie więcej, gdyż dają one możliwość zapoznania się z innymi dziedzinami fizyki niż te nauczane w liceum.



Dziennikarstwo naukowo-przyrodnicze

Edward A. Görlich

Instytut Fizyki UJ

Wspólna inicjatywa Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej oraz Wydziału Zarządzania i Komunikacji Społecznej zaowocowała uruchomieniem w roku akademickim 2004/2005 trzyletnich studiów podyplomowych „Dziennikarstwo naukowo-przyrodnicze”. Zasadniczym celem tych studiów, adresowanych do absolwentów kierunków przyrodniczych i ścisłych, jest przygotowanie wysoko wykwalifikowanych dziennikarzy, którzy w sposób kompetentny, a jednocześnie przystępny będą w stanie popularyzować i promować naukę. Osiągnięcia dokonane w dziedzinach nauk ścisłych, technicznych czy biologiczno-medycznych mają olbrzymi wpływ na nasze codzienne życie, natomiast świadomość tych dokonań nie jest wystarczająco powszechna. Jednym z warunków konkurencyjności tego rodzaju informacji w walce o zainteresowanie odbiorcy jest profesjonalne przedstawienie z uwzględnieniem specyfiki różnych środków masowego przekazu.

W zakresie przygotowania dziennikarskiego i edukacji medialnej program studiów obejmuje m.in.:

- podstawy teorii komunikowania i wiedzy o mediach,
- podstawy dziennikarstwa prasowego, radiowego, telewizyjnego,
- prawo autorskie, ochronę baz danych.

Zajęcia doskonalą umiejętności krytycznego korzystania z różnych źródeł informacji (oryginalnych publikacji naukowych, Internetu). Warsztaty z zaproszonymi dziennikarzami naukowo-przyrodniczymi głównych mediów pozwalają na kontakt z osobami czynnymi zawodowo w tej dziedzinie.

Równocześnie prowadzone są przez wybitnych specjalistów zajęcia doształcające w zakresie bieżącej problematyki badawczej i najnowszych kierunków rozwoju nauk przyrodniczych i ścisłych.

Więcej informacji (także o charakterze praktycznym dla osób zainteresowanych tym kierunkiem doształcania się) można znaleźć na stronie:

<http://dziennikarstwo-n-p.studies.uj.edu.pl/>



Strong

Marko Budisa

W *Fotonie* 91 zamieściliśmy wiersz pt. *Strong* młodego doktoranta z Lublany Marko Budisy, organizatora i animatora GIREP-u 2005. Na naszą prośbę o tłumaczenie odpowiedziało czworo uczniów z I LO w Wieluniu: Szymon Biduła, Ilona Gruzla, Piotr Janecki i Katarzyna Sułkowska oraz z Krakowa Bronisław Omiotek i Anna Niżegorodcew. Redakcji podobały się wszystkie tłumaczenia – emocjonalne, zaangażowane – choć różne.

Po ocenie eksperta (poetki i tłumaczki Moniki Woźniak) zamieszczamy tłumaczenie Anny Niżegorodcew jako najwierniejsze i poprawne stylistycznie.

Strong	Silny
I crush a cracker	Silny.
Hard as rock	Kruszę herbatnik
With my bare hand	Twardy jak kamień,
The crust disintegrates	Gołą ręką.
Into smallest crumbles	Skórka pęka
I spend a lot of energy	Na małe drobiny.
Breaking apart chemical bonds	I tyle energii
Between matter consistent	Żeby rozerwać chemiczne wiązania
Yet I know nothing of the little atom	Materii,
And when I merely poke it	Choć nie wiem nic o małym atomie.
It answers	Ale kiedy ledwie go dotknę
Joyfully	On mi radośnie wysyła
With a single energy packet	Energię
With a single photon	Jeden Foton.
Only then I realize	I wtedy wiem
The power of Weakness	Jaka jest siła słabości.
The nucleus decays	Kiedy jądro pęka
Emitting a fast electron	A z niego szybki elektron
And a neutrino	I neutrino.
How strong Weakness is	Jak silna jest słabość,
How weak Strongness is	Jak słaba siła.
That which I am looking for	I to, czego szukam
Is hidden	Ukryte
In the last neutron	W ostatnim neutronie
Just about to decay	Już prawie pękającym
In the last corner of Universe	W ostatnim kącie kosmosu,
Where you are waiting	Gdzie ty czekasz
For your prince	Na swojego księcia,
And facing passing bandits	Który cię obroni przed bandytami.
Sorry	Wybacz,
But I was busy	Ale byłem zajęty
Discovering the truth	Odkrywaniem prawdy,
That the Weak force	Że słaba siła
Caused a nuclear explosion	Była przyczyną wybuchu nuklearnego,
While I was being	Kiedy ja przez chwilę
Strong	Byłem silny.

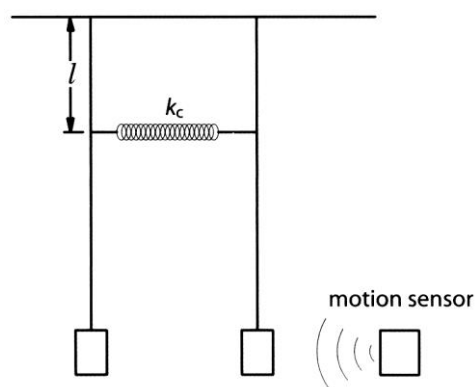


CZYTAMY PO ANGIELSKU

Motion of Coupled Oscillators

The Physics Teacher, January 2006/1, Vol. 44
 “Simplifying the Motion of Coupled Oscillators Using the FFT”

When two identical simple harmonic oscillators are coupled by a linear spring that has a spring constant k_c , the system has two resonant frequencies. There is a resonance at their natural frequency, ω_0 , when the oscillators oscillate in phase and a resonance at the frequency $\omega = \sqrt{\omega_0^2 + 2k_c/m}$ when the oscillators are 180° out of phase. These oscillations are referred to individually as the symmetric and anti-symmetric modes or collectively as the normal modes. The frequencies are called the normal frequencies.



The system of coupled oscillators consists of two pendula coupled by a weak spring. There is a motion sensor that monitors the position of one of the pendula. The strength of the coupling is adjusted by changing the position l of the coupling spring

Dictionary:

coupled – sprzężony, **coupling** – sprzężenie

spring – sprężyna

resonant frequencies – częstotliwości rezonansowe

oscillation – drganie

collectively – wspólnie, razem

pendula – wahadła, **pendulum** – wahadło



FIZYKA W INTERNECIE

Zimowa Olimpiada na Księżycu? Muzea nauki na świecie

To tylko kwestia czasu. Pewnego dnia Zimowe Igrzyska Olimpijskie będą rozgrywane na Księżycu...

Jeśli chcesz dowiedzieć się więcej:

http://science.nasa.gov/headlines/y2006/08feb_lunaralps.htm?list125459

Zanim powstanie Centrum Nauki Kopernik w Warszawie, zapraszamy do odwiedzenia muzeów nauki na świecie:

Questacon – Canberra, Australia – www.questacon.edu.au

Technopolis – Mechelen, Belgia – www.technopolis.be

Experimentarium – Hellerup, Dania – www.experimentarium.dk

Science Centre AHHA – Tartu, Estonia – www.ahha.ee

Heureka – Vantaa, Finlandia – www.heureka.fi

La Cite des sciences and de l'industrie – Paryż, Francja – www.cite-sciences.fr

Palais de la decouverte – Paryż, Francja – www.palais-decouverte.fr

Vulcania – Saint-Ours les Roches, Francja – www.vulcania.com

Industrion – Kerkrade, Holandia – www.industrion.nl

Nemo Science and Technology Center – Amsterdam, Holandia – www.e-nemo.nl

Discovery Centre – Halifax, Nowa Szkocja, Kanada – www.discoverycentre.ns.ca

Odyssium – Edmonton, Kanada – www.odysium.com

Phaenomenta – Flensburg, Niemcy – www.phaenomenta.com

Spectrum – Berlin, Niemcy – www.dtm.de/Spectrum

Universum – Brema, Niemcy – www.universum-bremen.de

Technorama – Winterthur, Szwajcaria – www.technorama.ch

Universeum – Gothenburg, Szwecja – www.universeum.se

National Natural Science Museum – Taipei, Tajwan – www.nmns.edu.tw

Discovery Place – Charlotte, Północna Karolina, USA – www.discoveryplace.org

Exploratorium – San Francisco, Kalifornia, USA – www.exploratorium.edu

At-Bristol – Bristol, Wielka Brytania – www.at-bristol.org.uk

Glasgow Science Center – Glasgow – www.glasgowsciencecentre.org

Inspire – Norwich, Wielka Brytania – science-project.org/inspire/default.htm

Techniquet – Cardiff, Wielka Brytania – www.techniquet.org

ThinkTank – Birmingham, Wielka Brytania – www.thinktank.ac

Csodák Palotája – Budapeszt, Węgry – www.csodapalota.hu

Citta della Scienza – Neapol, Włochy – www.cittadellascienza.it

Zachęcamy do udziału w Konferencji GIREP 2006



GIREP 2006 – International Conference Modeling in Physics and Physics Education 20–25 August 2006

AMSTEL Institute, Faculty of Science, University of Amsterdam, Netherlands

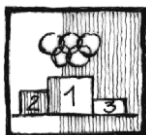
This is an update on the GIREP conference which will be held in Amsterdam this summer. Our website is ready to receive your proposals. The procedure is as follows:

Go to www.GIREP2006.nl

The deadline for mailing us the abstract template is March 15, 2006.



Pierwszy z prawej stoi Marko Budisa, którego wiersz *Strong* z polskim tłumaczeniem zamieściliśmy na str. 67



VI Ogólnopolski Konkurs na Doświadczenie Pokazowe z Fizyki Kraków 2006

Pokazowe doświadczenia – zwane inaczej demonstracjami – stanowią jeden z filarów dobrego kształcenia w zakresie fizyki na każdym poziomie nauczania. Celem ogłaszanego konkursu jest wydobyć na światło dzienne często niedocenianych mistrzów demonstracji fizycznej, poszukiwanie nowych talentów i popularyzacja najlepszych pomysłów, które mogłyby trafić do szkół i sal wykładowych. Do konkursu zapraszamy wszystkich zainteresowanych – od ucznia gimnazjum do profesora uniwersytetu. W ocenie projektów liczyć się będzie na równych prawach nowatorstwo pomysłu, wartość dydaktyczna i sposób wykonania.

Konkurs jest organizowany w Krakowie od 1996 r. Obecny, VI Ogólnopolski Konkurs na Pokazowe Doświadczenie z Fizyki organizuje Oddział Krakowski Polskiego Towarzystwa Fizycznego przy współudziale Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH oraz Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ. Termin nadsyłania zgłoszeń upływa **20 czerwca 2006 r.** Finał Konkursu odbędzie się 28 września, w czasie trwania Jarmarku Fizycznego 2004.

Zgłoszenia i inną korespondencję prosimy kierować pocztą elektroniczną lub zwykłą do:

Prof. dr hab. Andrzej Zięba
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH
al. Mickiewicza 30
30-059 Kraków
zieba@novell.ftj.agh.edu.pl

Aktualne informacje dotyczące konkursu oraz pełny tekst regulaminu dostępne są na stronach WWW Oddziału Krakowskiego PTF:
<http://www.ptf.agh.edu.pl/konkurs/>



KOMUNIKATY

Jarmark Fizyczny 2006

28 września 2006 r., czwartek

- Otwarcie Jarmarku Fizycznego 2006 – **Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH**, ul. Reymonta 19 (sala A, godz. 9:00)

Wstępny program

Godz. 9:15. Pokazy doświadczeń zakwalifikowanych do finału VI Ogólnopolskiego Konkursu na Doświadczenia Pokazowe z Fizyki (VI OKDPF)

Godz. 17:15. Specjalne Konwersatorium Oddziału Krakowskiego PTF

- Ogłoszenie wyników VI OKDPF
- Pokazy doświadczeń w wykonaniu laureatów
- Przyznanie Nagrody Publiczności
- Dzień Otwarty Instytutu Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk im. Henryka Niewodniczańskiego (zob. <http://www.ifj.edu.pl>, tel. 012-6628321)

29 września 2006 r., piątek – Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ

- Wykłady popularnonaukowe dla uczniów gimnazjum i liceum
- W gmachu Instytutu Fizyki UJ oraz w namiotach przed IF UJ będą się odbywać interaktywne pokazy z fizyki i informatyki stosowanej zorganizowane przez naukowców z AGH, UJ, PK, AP oraz I Gimnazjum im. J. Browna z Dąbrowy Tarnowskiej (wyróżnienie PTF za 2005 rok)

30 września 2006 r., sobota

- W Instytucie Fizyki UJ odbędą się wykłady dla nauczycieli fizyki

Sesję dydaktyczną poprowadzi dr Zofia Gołąb-Meyer.

Pełny program z dokładnymi tytułami referatów zostanie podany w terminie późniejszym.

Rezerwację miejsc na wszystkie wykłady na Uniwersytecie Jagiellońskim będzie prowadzić od I IX 2006 r. mgr Maria Turowska

Sekretariat Zakładu Inżynierii Nowych Materiałów, Instytut Fizyki UJ,
pok. 323, tel. 012-6635825, e-mail: turowska@netmail.if.uj.edu.pl



Bezpieczniej z prądem

W styczniu 2006 roku Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej oraz Spółki Dystrybucyjne rozpoczynają kolejną edycję ogólnopolskiego programu „Bezpieczniej z prądem”, którego celem jest podnoszenie świadomości bezpiecznego korzystania z urządzeń elektrycznych wśród dzieci i młodzieży oraz promowanie bezpiecznego, ekologicznego i racjonalnego użytkowania energii elektrycznej.

Tegoroczną edycję rozpoczynają konkursy dla uczniów szkół podstawowych i gimnazjów. Organizatorzy przygotowali zarówno konkurs plastyczny, jak i plastyczno-literacki pt. „Jak bezpieczny i pożyteczny jest prąd”. Z myślą o uczniach gimnazjów odbywać się będzie także konkurs komputerowy na przygotowanie projektu strony przedstawiającej propozycję nowego działu portalu edukacyjnego www.MojaEnergia.pl. Podobnie jak w ubiegłych latach, konkursy będą przebiegały w dwóch etapach: regionalnym (od 16 stycznia do 10 kwietnia br.) oraz ogólnopolskim, którego finał odbędzie 25 maja 2006 r. Nagrody w etapie ogólnopolskim otrzymają nie tylko zwycięzcy, ale także szkoły, do których uczęszczają.

Wszelkie informacje na temat konkursu oraz całego programu, a także materiały edukacyjne powstałe w ramach poprzednich edycji programu, dostępne są na stronach internetowych Polskiego Towarzystwa Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej (www.ptpiree.pl/ptpiree) i w portalu edukacyjnym www.MojaEnergia.pl.

Zachęcamy Państwa do śledzenia przebiegu programu „Bezpieczniej z prądem”, a przede wszystkim do aktywnego włączenia się w podejmowane inicjatywy, gdyż, jak wskazują wyniki badań, prowadzenie tego typu akcji korzystnie wpływa na zmniejszenie ilości porażen związanych z niewłaściwym użytkowaniem energii elektrycznej, a w konsekwencji zwiększania bezpieczeństwa zarówno dzieci, jak i dorosłych, co jest nadrzędnym celem podejmowanych przez organizatorów działań.

Dodatkowe informacje:

Olga FasiECKa (PTPIREE), tel. (061) 846 02 06, fasiECKa@ptpiree.pl



Projekt UE Mentoring poprzez IT

Alicja Wiśniewska



Projekt realizowany przez Partnerstwa na Rzecz Rozwoju, współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Krajowa Agencja Informacyjna „INFO” w ramach *Inicjatywy Wspólnotowej EQUAL*, będącej częścią strategii Unii Europejskiej w zwalczaniu dyskryminacji na rynku pracy, realizuje projekt pn. „Mentoring poprzez IT”. Projekt realizowany jest na skalę europejską z partnerami krajowymi i zagranicznymi, m.in. z Wielkiej Brytanii, Włoch, Słowacji i Portugalii. Obecnie prowadzimy REKRUTACJĘ osób, które chciałyby wziąć udział w naszym projekcie badawczym.

Rekrutacja prowadzona będzie oddzielnie w dwóch kategoriach wiekowych (płeć kandydata nie ma znaczenia). Pierwszą kategorię będą stanowić osoby młode, wchodzące na rynek pracy; drugą osoby powyżej 50. roku życia, z wieloletnim doświadczeniem zawodowym. Dla każdej z tych grup stworzone zostały oddzielne kryteria rekrutacji. Wynikają one z założeń projektu.

Rezultatem projektu „Mentoring poprzez IT” będzie opracowanie i napisanie oprogramowania komputerowego służącego transferowi wiedzy.

Oprogramowanie będzie składało się z trzech podstawowych modułów:

- rekrutacyjnego
- edukacyjnego
- mentoringowego

Więcej na stronie: www.mentoring.4pl.pl



KOMUNIKATY REDAKCJI

SPOTKANIA ŚRODOWE W IF UJ

IF UJ, PTF Sekcja Nauczycielska
Kraków, ul. Reymonta 4, parter – sala 055

Uprzejmie informujemy, iż w roku szkolnym 2005/2006 w **środy o 16⁰⁰** w Instytucie Fizyki UJ odbywają się wykłady i pokazy dla młodzieży szkół średnich, jak również dla gimnazjów.

Tytuły i terminy znajdują się na stronie internetowej:

<http://www.if.uj.edu.pl/Foton/>

W chwili oddawania tego zeszytu do druku zaplanowano:

22 III 2006 – dr Zofia Gołąb-Meyer, *Fizyka w domu* (dla gimnazjalistów)

29 III 2006 – Uroczyste zakończenie etapu wojewódzkiego konkursu z fizyki i rozdanie nagród

5 IV 2006 – dr Dagmara Sokołowska, *Jak to działa – czyli fale elektromagnetyczne wokół nas* (dla licealistów)

26 IV 2006 – dr Joanna Janik, *Ciekłe kryształy* (dla licealistów)

10 V 2006 – planowany wykład dla gimnazjalistów

17 V 2006 – dr hab. Zbigniew Tomkowicz, *Zrozumieć nadprzewodnictwo i uwierzyć w lewitujące pociągi* (dla licealistów)

**Uczestnictwo w wykładach wyłącznie po zgłoszeniu telefonicznym:
663 55 63 bądź 663 56 77, lub za pośrednictwem e-mail: foton@if.uj.edu.pl**



KOMUNIKAT

First Step to Nobel Prize in Physics

Participation in the XI competition “First Step to Nobel Prize in Physics”

We would like to remind that the competition papers should reach the organizers by March 31, 2006. So, we ask you for sending your paper(s) to the organizers early enough.

As regards other conditions of participation, they can be found on our www page: “First Step to Nobel Prize in Physics”: <http://info.ifpan.edu.pl/firststep>

We wish all the participants very good results!

Yours sincerely,

Waldemar Gorzkowski

President of the FS

E-mail address: gorzk@ifpan.edu.pl

SCIENCE *on Stage 2*

Science teaching festival
Grenoble, France
2-6 April 2007



www.scienceonstage.net