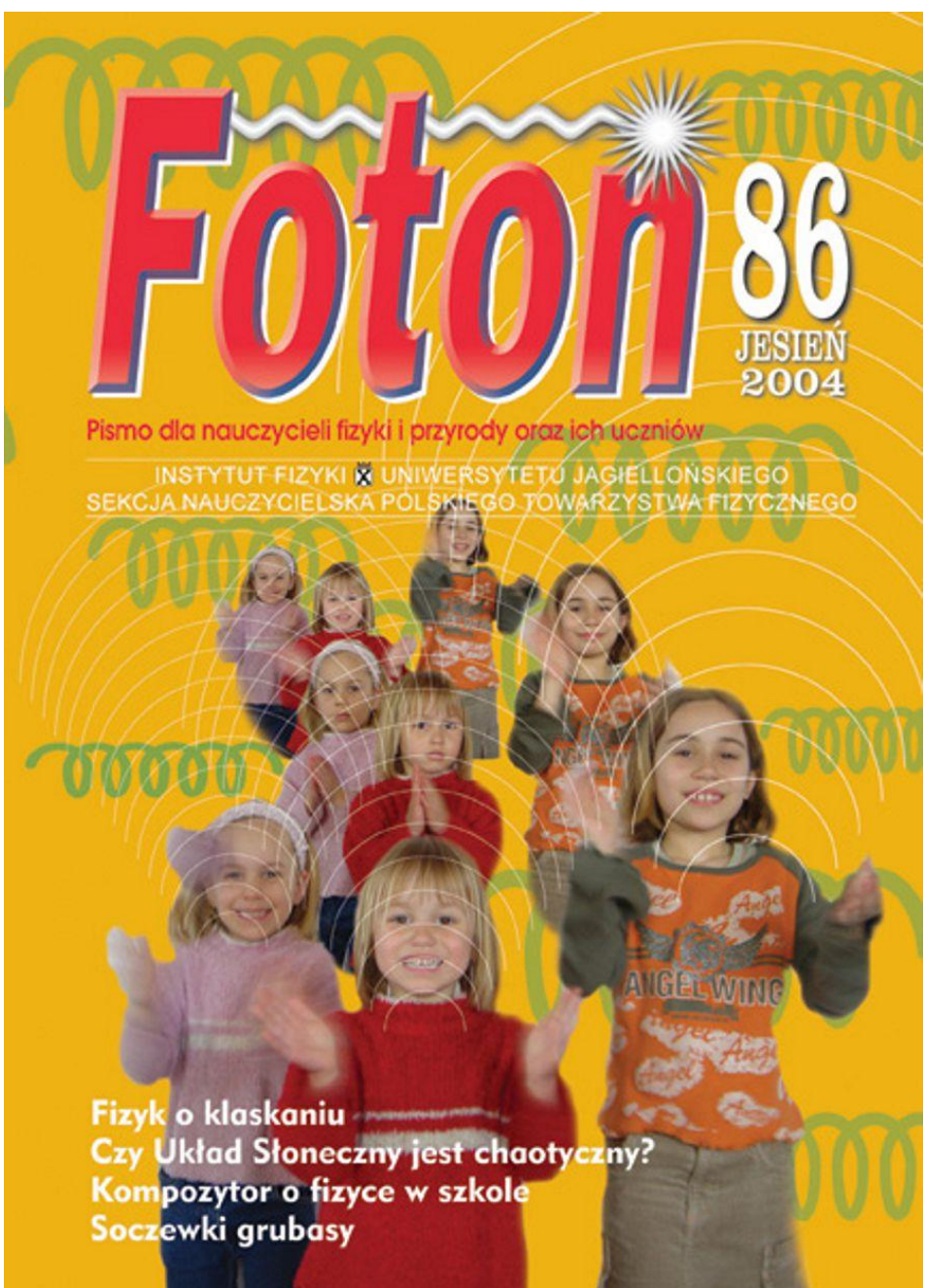


Foton 86

JESIEN
2004

Pismo dla nauczycieli fizyki i przyrody oraz ich uczniów

INSTYTUT FIZYKI X UNIwersYTETU JAGIELLOŃSKIEGO
SEKCJA NAUCZYCIELSKA POLSKIEGO TOWARZYSTWA FIZYCZNEGO



Fizyk o klaskaniu
Czy Układ Słoneczny jest chaotyczny?
Kompozytor o fizyce w szkole
Soczewki grubasy



Władysław Natanson (1864–1937)

Zdjęcie z wystawy zorganizowanej przez PAU i Archiwum Nauki PAN i PAU *Władysław Natanson 1864–1937* w 140 rocznicę urodzin, Kraków 2004



Z odwagą w nowy rok

Jesień powinna nastrajać optymistycznie i walecznie. Jest o co walczyć. Walczymy w sensie dosłownym, ponieważ musimy pokonywać przeróżne przeszkody w boju o wykształcenie i jego jakość. Nie bójmy się wielkich słów, walczymy o przyszłe pokolenia.

Fizyka, pomimo iż czasy współczesne oferują bogactwo pomocy naukowych, o jakich się nie śniło sto lat temu, jest w nauczaniu bardzo trudna. Olbrzymi postęp, jaki dokonał się w fizyce, jest okupiony brakiem jasności w rozumieniu wielu fundamentalnych dla fizyki zagadnień. Fizyka nauczana w szkole już nie jest nawet wiedzą z drugiej ręki, ponieważ wykładowcy uczelni, czyli nauczyciele nauczycieli, już w znakomitej większości nie nauczają tego, nad czym sami pracują. Fakt ten jest właśnie tym źródłem braku jasności i w konsekwencji powstawania u uczniów i studentów tzw. błędnych koncepcji. Tak więc to, czym fizyka się chlubi i w czym była niedoścignionym wzorem, czyli klarowność rozumowania, ścisłość argumentów, uczciwość w dysputach naukowych, gdzieś ulatuje.

Aby tak nie było, potrzebujemy dobrze wykształconych i stale doształcających się nauczycieli, potrzebujemy świetnych podręczników. Należy nauczycielom usunąć spod nóg wszystkie kłody, które przeszkadzają w ich trudnym wyzwaniu i które mogą zniechęcić nawet najbardziej oddanych.

Życie pokazuje, że mamy tu i ówdzie doskonałych i bojowych nauczycieli. Mamy świetną i zdolną młodzież. Ich gruntowna wiedza z przedmiotów ścisłych może być nie lada kapitałem w Unii, gdzie od pewnego czasu obserwuje się rodzaj rozleniwienia młodzieży, która unika znoju trudnych przedmiotów ścisłych.

Walczmy razem o dobrą fizykę w szkole! Zachęcam gorąco do wspólnych działań, do organizowania się w koła nauczycieli. Razem łatwiej, zarówno w akcjach budujących, jak i w walce z przeciwnościami.

Przychodzi kolejny trudny rok, w którym będziemy się zmagać z problemem, jak zadbać i nie zagubić szczególnie uzdolnionych pereł, a jak nauczać wszystkich, potrzebujących fizyki do wykształcenia ogólnego. Dla pereł organizuje się konkursy, zawody, daje się im np. szansę udziału w „Przedszkolu”. Niektóre publikowane w *Fotonie* artykuły są z myślą o tych najlepszych. Będziemy się starali asystować Państwu w nauczaniu powszechnym i opiece nad najlepszymi.

Polecam uwagi wybitnego muzyka na temat jego „fizyki w szkole”, po to, by dodać Państwu wiary w sens tego, co robią. Jak w soczewce Meyer wykazał esencję nauki w szkole i tego, jak występuje przekaz od mistrza do ucznia rzeczy ciekawych, może lokalnie nieużytecznych, ale globalnie potrzebnych do kulturalnego życia.

Z.G-M



Contents

Editorial: Start with courage <i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	1
Władysław Natanson – 140 birthday anniversary	4
Collective applause <i>Krzysztof Sacha</i>	9
Is the Solar System chaotic? <i>Bogusz Kinasiewicz, Karol Życzkowski</i>	14
A Musician on Science in School <i>Krzysztof Meyer</i>	24
Teaching of estimating standard uncertainty <i>Henryk Szydłowski</i>	28
Fatten lenses <i>Grzegorz Karwasz, Mirosław Brozis</i>	33
Young Lion Competition <i>Adam Smólski</i>	42
Problems. A certain simple problem from the theory of relativity <i>Marcin Miczek</i>	46
Experiments. Mysterious eggs <i>Aneta Szczygielska, Jerzy Jarosz</i>	48
What to read. Władysław Natanson about Michael Faraday	50
Reading in English. Pentaquarks.....	52
Physics in Internet.....	52
The history of the school in Mejszagola (Lithuania) <i>Genowefa Wierbajtis</i>	53
Teachers Section of Polish Physical Society in Zielona Góra <i>Ewa Królczyk, Agnieszka Beres</i>	56
Kindergarten of Physics Zakopane 2004 <i>Zofia Gołqb-Meyer</i>	59
360 minutes with Venus <i>Lucyna Gut</i>	62
Communication. Venus Transit. European Programme VT-2004.....	64
Perseids 2004 <i>Marcin Dohnalik</i>	65
A visit to Prague <i>Krzysztof Raczkowski-Tomczak</i>	67
Communication. Yong Lion Competition 2005	68
Communication. First Step to Nobel Prize in Physics 2003/2004 <i>Waldemar Gorzkowski</i>	70
Communication. Results of the competition „Physics and Photography”	71
Communication.....	74
Editorial News	75



Spis treści

Z odwagą w nowy rok <i>Zofia Gołąb-Meyer</i>	1
140-lecie urodzin Władysława Natansona	4
Kolektywny aplauz <i>Krzysztof Sacha</i>	9
Czy Układ Słoneczny jest chaotyczny? <i>Bogusz Kinasiewicz, Karol Życzkowski</i>	14
Muzyk o naukach ścisłych w szkole <i>Krzysztof Meyer</i>	24
O nauczaniu oceny niepewności standardowej <i>Henryk Szydłowski</i>	28
Soczewki grubasy <i>Grzegorz Karwasz, Mirosław Brozis</i>	33
„Lwiątko” ze Lwowa <i>Adam Smólski</i>	42
Kącik zadań. O pewnym prostym zadaniu z teorii względności <i>Marcin Miczek</i>	46
Kącik doświadczalny. Tajemnice jajek <i>Aneta Szczygielska, Jerzy Jarosz</i>	48
Co czytać. Władysław Natanson o Michale Faradayu.....	50
Czytamy po angielsku. Pentaquarks.....	52
Fizyka w Internecie.....	52
Historia szkoły w Mejszagole (Litwa) <i>Genowefa Wierbajtis</i>	53
Koło Nauczycieli PTF w Zielonej Górze <i>Ewa Królczyk, Agnieszka Beres</i>	56
Przedszkole Fizyki, Zakopane 2004 <i>Zofia Gołąb-Meyer</i>	59
360 minut z Wenus <i>Lucyna Gut</i>	62
Komunikat. Przejście Wenus przez tarczę Słońca. Europejski Program VT-2004.....	64
Perseidy 2004 <i>Marcin Dohnalik</i>	65
Wizyta w Pradze <i>Krzysztof Raczkowski-Tomczak</i>	67
Komunikat. Lwiątko 2005	68
Komunikat. First Step to Nobel Prize in Physics 2003/2004 <i>Waldemar Gorzkowski</i>	70
Komunikat. Rozstrzygnięcie ogólnopolskiego konkursu fizyczno-fotograficznego „Zjawiska fizyczne wokół nas”.....	71
Komunikat	74
Komunikaty Redakcji	75



140-lecie urodzin Władysława Natansona

W tym roku mija 140. rocznica urodzin wybitnego krakowskiego fizyka teoretyka, Władysława Natansona.

I.

Natanson Władysław, ur. 1864, zm. 1937, fizyk, profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego od 1894, członek Polskiej Akademii Umiejętności od 1893. Prowadził badania w wielu dziedzinach fizyki teoretycznej. W 1896–97 ogłosił prace o dużym znaczeniu z termodynamiki (gł. dotyczące procesów nieodwracalnych). Był pierwszym prezesem Polskiego Towarzystwa Fizycznego. Autor wielu podręczników (m.in. *Wstęp do fizyki teoretycznej*, 1890) i publikacji z zakresu historii nauki (*Oblicze natury*, 1924; *Porządek natury*, 1928; *Widnokrąg nauki*, 1934; *Prądy umysłowe w dawnym islamie*, 1937).

Encyklopedia Szkolna. Fizyka z astronomią, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne SA, Warszawa 2002.

II.

Z autobiografii Władysława Natansona

Z wystawy poświęconej Władysławowi Natansonowi *...miał wzrok zwrócony ku horyzontom dalekim...*, PAU, Archiwum Nauki PAN i PAU, Kraków 18 VI–8 X 2004

W rodzinie mojej zamiłowanie do nauk przyrodniczych i cześć dla pracy naukowej istniały od dawna. Ojciec mój wstąpił w r. 1838 do Akademii Medycznej w Wilnie [...]; w roku 1842 ukończył Uniwersytet Dorpacki. Przez przeszło 50 lat pracował, jako lekarz, w Warszawie; oprócz pracy zawodu, był czynny jako pisarz, tłumacz, prelegent, jako redaktor „Tygodnika Lekarskiego” i Prezes Towarzystwa Lekarskiego w Warszawie; był autorem *Anatomii* (1858?) oraz *Hygieny Praktycznej* (około 1895 lub 1896). Stryj mój Jakub, młodszy brat Ojca, ukończył studia chemiczne w Dorpacie w r. 1856, ze stopniem magistra chemii; od r. 1862 był profesorem Szkoły Głównej w Warszawie; zapisał się w dziejach chemii organicznej. Brat mój stryjeczny Józef, oddawał się zoologii na Uniwersytecie; zesłany do Guberni Wołogodzkiej, napisał na zesłaniu popularny wykład o bakterjologii; był przez wiele lat członkiem Komitetu Kasy im. Dra Mianowskiego oraz (daw-

nej) Redakcji „Wszecłswiata”. Brat mój Edward, z zawodu inżynier, uzyskał w Strassburgu stopień Dra fil. za pracę doświadczalną z zakresu fizyki; pierwsze jego i moje prace zostały przez nas wspólnie wykonane i ogłoszone.

W jesieni 1874. wstąpiłem do 1. klasy ówczesnego III-go państwowego „klasycznego” Gimnazjum w Warszawie, które mieściło się w gmachu po części poklasztornym, tuż przy Kościele Ś-go Krzyża, u zbiegu ulic: „Nowy Świat” oraz (ówczesnej) „hr. Berga”, dzisiaj Traugutta. Przeszedłem w tym gmachu 8 klas gimnazjalnych i ukończyłem je na wiosnę 1882 r., ze świadectwem dojrzałości. [...]

We wrześniu 1882 roku, mając lat 18, wstąpiłem na 1. „kurs” Sekcji Matematycznej Matematyczno-Przyrodniczego Fakultetu Uniwersytetu (wówczas „Cesarskiego”) w Petersburgu. W m. czerwcu 1886 roku, złożyłwszy, w ciągu lat 4-ch, przepisane egzaminy, uzyskałem stopień „kandydata” nauk mat.-fizycznych tego Uniwersytetu.

III.

Prezentujemy Państwu wyjątki z listów Ludwika Natansona do córki, Marii Anny Natanson (lata 1989–1990), dzięki uprzejmości Pani Barbary Wojtowicz-Natanson.

Władysław Natanson był młodszym o trzy lata bratem mego ojca Edwarda Natansona. W tym liście mam zamiar pisać Ci o moim „stryjku Władziu”. [...]

Mój ojciec i stryjek Władzio od wczesnej młodości interesowali się fizyką. Kiedy byli jeszcze „in their teens” wykonali w swoim pokoju w mieszkaniu swoich rodziców oryginalną eksperymentalną pracę naukową na aktualny wówczas temat. W tym czasie – ponad sto lat temu – prowadzenie eksperymentalnych badań w dziedzinie fizyki przez zdolnych amatorów było jeszcze możliwe. Praca była na tak dobrym poziomie, że została przyjęta do publikacji w pierwszorzędnym niemieckim piśmie naukowym.

Po ukończeniu szkoły średniej obaj bracia wybrali się na wycieczkę do Anglii. Będąc na odczycie wielkiego chemika Sir Williama Ramsaya usłyszeli, że prelegent cytuje ich pracę. Po odczycie przedstawili się Sir Williamowi jako autorzy tej pracy. Sir William początkowo im nie uwierzył, ze względu na ich młody wiek, ale później okazał im dużo życzliwości, zaprosił do swojej posiadłości wiejskiej etc.

Stryjek Władzio studiował na Uniwersytecie w Petersburgu, a następnie w Dorpacie, gdzie uzyskał stopień doktora. Słuchał też wykładów wielkich fizyków – Boltzmann w Grazu (które mu się nie bardzo podobały). Lorda Kelvina i Sir J.J. Thomsona w Cambridge.

IV.

Przypominamy Państwu jeden z artykułów Władysława Natanson, wybranych ze *Wspomnień i szkiców* (z przedmową Arkadiusza Piekary, Krakowskie Wydawnictwo Literackie, 1977).

W szkicu pt. *Nauka wobec świata* pisze Natanson o potędze czystej nauki:

„Nauka wówczas przynosi najwięcej owoców, gdy ich nie szuka, gdy się o nie zgola nie troszczy. Z jej istoty wynika, że nauka musi mieć wzrok zwrócony ku prawdzie; gdy spogląda w jaką bądź inną stronę, traci moc i przenikliwość spojrzenia, staje się wkrótce ślepą przewodniczką ślepych”.

ZE SCHOLIÓW

XIII

Nauczanie ma tylko jednego wroga; nudę; ale ów jest nielitościwy. Ktokolwiek uczy, winien o tym pamiętać, że zachęca albo zniechęca, że zraża albo pociąga; że podnieca ciekawość i pozostawia zdziwienie albo też, kładąc grubą rękę na budzącej się duszy, tłumi jej brzmienie, dławi jej poryw. Odpowiedzialność nauczyciela jest więc bezgraniczna.

[...]

Archimedes był uniesiony radością, gdy przeniknął wspaniałe twierdzenie, które dziś dręczy dzieci nasze szkolne. Odkrywca poczytuje zawsze za klejnot swoje odkrycie i musi je uważać za zdobycz bezcenną; bez niejakiemu zaślepieniu nie byłoby wcale odkrycia. Odkrywcą, wynalazcą, zdobywcą jest również młody rozwijający się (powol.) umysł; dopomagając mu w trudnej wędrówce przez pracę i dzieła pokoleń, zachowajmy dziecku radość, sprężynę powodzeń.

Nie ulegajmy popolitej rutynie; usiłujmy myśleć, nie tylko zaś umieć. Szukajmy sposobów myślenia; szukajmy ich w książkach, szukajmy ich w faktach, ale nie szukajmy książek i faktów. Książka jest ujęciem odrobiny rzeczywistości w pęk formuł; książka jest pośrednikiem i poradnikiem w pracy, ale pracy nie może zastąpić. Zjawiska powinniśmy poznawać przez zmysły. Od zmysłów do uogólnień umysłu droga jest męcząca i długa; niestety, zbyt często idziemy po niej wstecz w nauczaniu i utykamy u początku, który powinien być końcem.

Mądrość książkowa tym bardziej jest niebezpieczna, iż na pozór jest bardzo łatwo dostępna. Łatwiej jest czytać aniżeli myśleć; dlatego tak często czytujemy bezmyślnie. Gdy znaki bierzemy za rzeczy, gdy zdania podstawiamy za fakty, popełniamy błąd gruby i mściwy. Przypuśćmy, że wychodzący ze szkoły młodzieniec umie posługiwać się wyrazami; czy już tym samym potrafi opanować zjawiska?

[...]

Dziecko szkolne nie jest zdolne do pojmowania ani nawet do podziwiania człowieka. Homer nuży chłopca, Sofokles go odstręcza; przyczyna jest prosta: trzeba

żyć długo, trzeba przejść wiele, ażeby odczuć urok Homera, głębię Sofoklesa. Ażeby pochwycić coś z Fausta, trzeba, choćby z daleka, być małym Faustem; wszak każdy czytelnik, cokolwiek bądź czyta, myśli o sobie samym zawsze. Co stulecia znalazły w bezmiarze Natury, w zaułkach dusz ludzkich, trzeba to wchłoniąć, ażeby uwielbić geniusz, niemal przerażający geniusz Szekspira. Czy *Dziady* może pojąć dziecko, które nie zna Litwy, nie było w Petersburgu, nie widziało rosyjskiego żandarma, nie zaznało uciemnienia niewoli; które nie wie, co rozpacz i co jest kochanie? Na dnię życia jest coś, czego niepodobna wydobyć. Trzeba czuć się mocarzem szczęścia lub czarodziejem natchnienia, trzeba spłakać się gorzycą łez lub niewypłakanego obłędu być bliskim, ażeby zrozumieć, czego życie może osiągnąć.

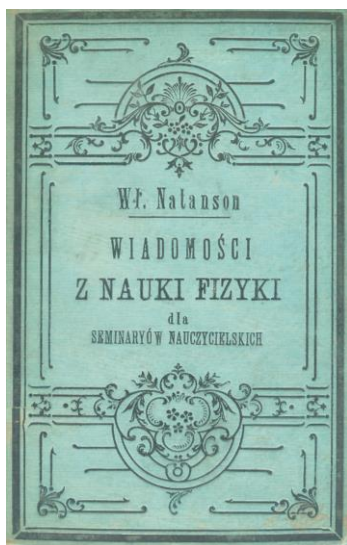
Przez długie lata ludzie na ogół nie raczyli obserwować metali i soli, i kwasów, i innych związków chemicznych, lecz usiłowali narzucać im własne swe widzimisię. Czy niektórzy pedagodzy (z pewnością nie wszyscy) nie pozostają jeszcze dziś, wobec dziecka, na poziomie alchemii? Uważajcie, jak dziecko samo dostrzeże, rozważy i uczy się, dopóki mu w tym szkoła nie przeszkodzi. W każdym normalnym dziecku istnieje potrzeba myślenia; kształćmy ją, chrońmy ją. Nie zamęczajmy pamięci, nie zatruwajmy zaciekawienia. Dajmy dziecku trochę swobody i samodzielności, więcej umysłowego i fizycznego ruchu; nie nadzorujmy tak czujnie; zapraszajmy, nie popychajmy!

Wyobrażam sobie, że mówię w lekcji szkolnej o średniej gęstości kuli ziemskiej; lub o dielektrycznej stałej dielektrycznego ośrodka; lub o składzie chemicznym wody, o naturze powietrza, o azocie, argonie. Wymieniłem nazwisko Henryka Cavendisha; lecz to nazwisko jest pustym dźwiękiem dla szkolnego chłopaka. Biorę wówczas do ręki *Essays in Historical Chemistry* prof. T.E. Thorpe'a i czytamy w szkole, wśród głębokiego milczenia, ustęp następujący:

Nowo przybyły gość, okazały mężczyzna, wystrojony w ząbot wspaniały, wspina się powoli po schodach, ku utrapieniu drobnego, cienkiego, nie-starego jegomości, przybranego w perukę i w staromodny, bladofioletowy strój dworski; mały ów pan krąży po podeście schodów, zakłopotany, nie mogąc widocznie znaleźć w sobie dość odwagi, by wkroczyć do sali. Zbliżanie się wysokiego, okazałego przybysza zmusza jednak małego pana do tego rozpaczliwego kroku. Przebiega on salę szybko, krokiem niecierpliwym; na jego twarzy maluje się zakłopotanie; jest wprost niezadowolony, jest podrażniony, gdy ktokolwiek nań zwraca uwagę. To Hon. Mr Cavendish, słynny chemik i fizyk. Próbuje nareszcie zbliżyć się do koła osób, które rozmawiają widocznie o sprawach poważnych. Mówią o pogłosce, właśnie po Londynie krążącej, jakoby wojska lorda Cornwallis doznały były w Północnej Ameryce wielkiej klęski, otoczone przez bandy owego obmierzłego arcyrebela, Washingtona. Temat ten nie interesuje Mr Cavendisha. Próbuje posłuchać, co mówią w innej grupie o dziwactwach

lorda Jerzego Gordona, o przygodach p. Watta, pewnego inżyniera, toczącego podobno zaciętą walkę z niegodziwcami, którzy chcą mu odebrać prawa i korzyści własnych jego wynalazków. I te wiadomości nie zajmują p. Cavendisha. Jego zachowanie zmienia się nagle, gdy ktoś wymienił nazwisko p. Herschla. Pan Herschel jest to pospolity muzykus, w Bath zamieszkały, który miewa dziwne zachcianki; w wolnych od zarobkowej pracy chwilach zbudował teleskop; przy pomocy tego narzędzia odkrył niedawno, jak twierdzi, nową planetę. Mr Cavendish słucha z przejęciem; ma nawet zamiar otworzenia ust, zadania pewnego pytania, gdy spostrzeżga przed sobą nową twarz, nieznaną. Mr Cavendish ucieka w niewysłowionym popłochu. Ale owóż okazały mężczyzna w żabocie, znany mu ze spotkania na schodach, zabiega drogę p. Cavendishowi; pragnie przedstawić mu pewnego zagranicznego uczonego, który, jak powiada, przybył do Anglii, ażeby poznać znakomitego, słynnego badacza, Mr Cavendisha. Uczony zagraniczny potwierdza te słowa; dodaje, że gorąco pragnąłby mieć zaszczyt dłuższej z p. Cavendishem rozmowy. Lecz Mr Cavendish nie może ani wyrazu wykrztusić; jest tak zakłopotany, że nie wie, co ma począć ze sobą; aż upatrzwszy nagle wśród tłumu gości przejście swobodne, spieszy niepowstrzymanie tamtędy i dopadłszy swego starożytnego pojazdu, z niewymowną, w duszy ulgą jedzie -----do domu.

Z.G-M



Okładka doskonałego podręcznika Natansona,
na którym wychowało się wiele pokoleń nauczycieli



Kolektywny aplauz

Krzysztof Sacha

Instytut Fizyki UJ

W 1665 roku holenderski fizyk Christiaan Huygens zauważył, że dwa podobne zegary wahadłowe, zawieszona na jednej ścianie, synchronizują swój ruch. Aby możliwa była synchronizacja, musi istnieć dostatecznie silne sprzężenie między układami. W przypadku zegarów ściana przenosząca drgania wprowadzała sprzężenie – przewieszenie jednego z zegarów na przeciwległą ścianę powodowało znikanie efektu synchronizacji. Ze zjawiskiem synchronizacji ruchu sprzężonych ze sobą układów możemy spotkać się w wielu sytuacjach. Na rozlewiskach w Malezji zbierają się gromady świetlików, które gdy zapada zmrok, synchronizują emisję światła, powodując, że rozlewiska pulsują rytmicznym blaskiem. Synchronizacja błysków możliwa jest dopiero o zmroku, ponieważ gdy zajdzie słońce, sprzężenie między świetlikami staje się dostatecznie silne. Z pewnością każdy z nas zwrócił również uwagę na cykające w zgodnym chórze świerszcze.

W niniejszym artykule chciałbym przeanalizować powstawanie i zanikanie synchronicznego aplauzu. Z rytmicznym aplauzem spotykamy się np. w salach koncertowych, kiedy po wyjątkowym koncercie publiczność pragnie razem wyrazić uznanie dla artystów. Ważną cechą aplauzu synchronicznego jest to, że nie pojawia się on od samego początku owacji – zawsze poprzedzony jest pewną fazą niesynchronicznych oklasków. W przypadku bardzo rozentuzjasmowanej publiczności synchroniczny aplauz nie trwa długo. Okazuje się, że widownia szybko gubi rytm, jednak po pewnym czasie może na nowo powrócić do rytmicznej owacji.

Przypomnieliśmy już podstawowe fakty związane z rytmicznym aplauzem, spróbujmy teraz odpowiedzieć na pytanie, jakie warunki należy spełnić, aby widzowie zsynchronizowali owację. W tym celu odwołamy się do analizy ruchu układu sprzężonych ze sobą rotatorów. Każdy rotator scharakteryzowany jest częstością, z jaką kręci się swobodnie w odizolowaniu od reszty rotatorów (rotator najłatwiej wyobrazić sobie jako obracającą się karuzelę, tyle tylko że aby karuzela była rotatorem, musiałaby się obracać zawsze z tą samą częstością). Załóżmy, że zbiór rotatorów składa się z podobnych do siebie, ale nie takich samych rotatorów – częstości ruchu swobodnego rotatorów nieznacznie różnią się od siebie. Możemy wyliczyć średnią wartość częstości zbioru rotatorów oraz określić szerokość przedziału częstości σ , w którym zawierają się częstości rozważanego zbioru rotatorów. Kuramoto i Nishikawa [1] przebadali ruch układu rotatorów w przypadku, gdy między rotatorami pojawia się oddziaływanie, którego siła scharakteryzowana jest współczynnikiem K – w przykładzie rozpatrywanym przez Kuramoto i Nishi-

kawę każdy rotator oddziaływał z każdym z siłą $F = K \sin(\varphi_i - \varphi_j) / N$, gdzie φ_i jest kątem określającym położenie i -tego rotatora, a N liczbą rotatorów. Okazuje się, że aby nastąpił kolektywny ruch rotatorów, siła oddziaływania między nimi musi przekroczyć pewną wartość krytyczną, która jest proporcjonalna do σ , tj.:

$$K > K_c \quad \text{gdzie} \quad K_c \propto \sigma \quad (1)$$

Zatem aby rotatory wykonywały kolektywny ruch, musimy zwiększyć oddziaływanie między nimi na tyle, aby przekroczona została krytyczna wartość K_c , albo przy ustalonej sile oddziaływania K uczynić rotatory dostatecznie podobnymi do siebie (tj. zmniejszyć σ).

Powróćmy teraz do problemu powstawania i zaniku rytmicznego aplauzu. Odpowiednikami rotatorów są w tym przypadku widzowie zgromadzeni w sali koncertowej. Klaszczący widzowie słyszą siebie nawzajem, a więc istnieje pewne sprzężenie między nimi. Grupa naukowców postanowiła przebadac grupę widzów [2, 3]. W tym celu poprosiła każdego z widzów (w odizolowaniu od reszty) o normalne oklaski – takie, z jakimi zwykle mamy do czynienia zaraz po zakończeniu wystąpienia. W trakcie oklasków mierzona była częstotliwość klaskania. Eksperyment pozwolił wyznaczyć średnią częstotliwość oklasków normalnych oraz szerokość przedziału, w którym zawierają się wartości częstotliwości oklasków normalnych badanej widowni (patrz rysunek 1). Następnie przeprowadzono drugi eksperyment, w którym każdy widz (ponownie w odizolowaniu od reszty) klaskał tak, jak gdyby uczestniczył w rytmicznym aplauzie. Drugi eksperyment pozwolił wyznaczyć średnią częstotliwość i szerokość przedziału częstotliwości oklasków rytmicznych (patrz rysunek 1).

Okazało się, że średnia częstotliwość oklasków rytmicznych jest około dwukrotnie mniejsza niż średnia częstotliwość oklasków normalnych. Możemy wyciągnąć stąd wniosek, że widzowie wiedzą (prawdopodobnie uczeni doświadczeniem), co należy zrobić, aby uczestniczyć w rytmicznym aplauzie – należy zmniejszyć częstotliwość oklasków. Jednak nie samo zmniejszenie częstotliwości jest najważniejsze. Kluczowym staje się fakt, że wraz ze zmniejszeniem częstotliwości oklasków maleje również szerokość przedziału, w którym zawierają się częstotliwości oklasków widzów. Innymi słowy, zmniejszając częstotliwość oklasków, widzom jest dużo łatwiej klaskać z podobnymi częstotliwościami – „rotatory” w naszym układzie stają się bardziej podobne do siebie. Jeżeli przypomnimy sobie teraz warunek powstania synchronicznego ruchu rotatorów, znaleziony przez Kuramoto i Nishikawę [wzór (1)], to stanie się jasne, jak widownia osiąga stan rytmicznego aplauzu. Rzeczywiście, aby spełnić warunek synchronizacji, należy albo zwiększyć siłę sprzężenia między widzami (co nie jest możliwe, gdyż siła ta jest zdeterminowana przez warunki panujące w sali koncertowej),

albo uczynić „rotatory” bardziej podobnymi do siebie. Ten ostatni scenariusz realizuje się w trakcie owacji – widzowie zmniejszają częstotliwość oklasków, dzięki czemu łatwiej im klaskać z bardziej podobnymi częstotliwościami, co prowadzi do zmniejszenia σ , a w konsekwencji do spełnienia warunku koniecznego do pojawienia się kolektywnego ruchu.



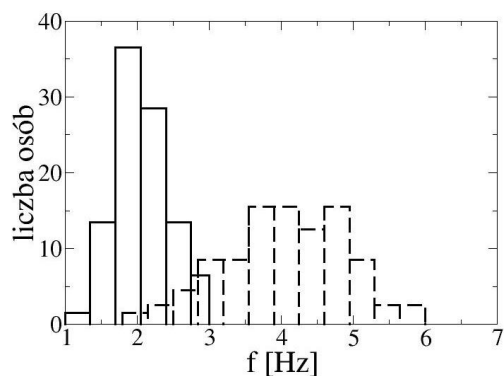
Klaskanie synchroniczne

Wyjaśniliśmy proces pojawiania się rytmicznego aplauzu, ale wciąż nie wiemy, dlaczego często zdarza się tak, że rytmiczny aplauz się urywa i widownia przechodzi do owacji niesynchronicznej. Odpowiedzi na to pytanie należy szukać w analizie średniego natężenia dźwięku panującego w sali koncertowej w trakcie owacji. W trakcie gorącej owacji widzowie uderzają w dłonie z maksymalną siłą. Jeżeli widownia przechodzi w fazę rytmicznych oklasków, średnie natężenie dźwięku maleje, ponieważ (jak wywnioskowaliśmy przed chwilą) maleje częstotliwość oklasków. Dla rozentuzjasmowanej widowni jest to bardzo niepokojący objaw, gdyż widzowie chcieliby nie tylko wyrazić uznanie kolektywnie, ale również jak najgłośniej. W konsekwencji publiczność zaczyna mimowolnie zwiększać częstotliwość oklasków. Średnie natężenie dźwięku w sali rośnie, ale przestaje być spełniony warunek synchroniczności i rytmiczny aplauz znika. Widzimy zatem, że badany układ poddany jest pewnego rodzaju frustracji – widzowie chcieliby klaskać razem, ale również jak najgłośniej, a ponieważ warunki konieczne do realizacji obu celów wykluczają się, widownia przechodzi na przemian między fazą rytmicznych, ale stosunkowo niegłośnych oklasków, a fazą niesynchronicznej głośniejszej owacji.



Klaskanie niesynchroniczne

Przeprowadzona tutaj analiza pozwala nam wysnuć pewne wnioski i komentarze. Znając mechanizm powstawania synchronicznej owacji, możemy wyjaśnić, dlaczego rytmiczny aplauz nigdy nie pojawia się w trakcie koncertów na otwartej przestrzeni. Sprężenie między widzami jest w tym przypadku na tyle małe, że zmniejszanie częstotliwości oklasków nie prowadzi do spełnienia warunku koniecznego do pojawienia się kolektywnego zachowania (dla tak małego sprężenia „rotatory” są wciąż za mało podobne do siebie). Analiza powstawania i zaniku rytmicznego aplauzu sugeruje, że oznaką wielkiego uznania nie jest niekończąca się synchroniczna owacja, ale konkurowanie między maksymalnie synchronicznymi a maksymalnie głośnymi oklaskami. Bazując na ostatnim wniosku, autorzy pracy [2, 3], którą tu relacjonuję, pozwolili sobie na komentarz odnośnie do niekończących się synchronicznych owacji, jakie miały miejsce dawniej w krajach o ustroju komunistycznym po wystąpieniu „Wielkiego Lidera”. Autorzy piszą: „...ponieważ rytmiczny aplauz trwał długo i prawie nigdy się nie urywał, jest to jawnym dowodem na to, że radość w narodzie nie była nieograniczona i widownię satysfakcjonował osiągnięty poziom owacji bez chęci podnoszenia go...”



Rys. 1

Rysunek 1 przedstawia wyniki eksperymentu przeprowadzonego na grupie 100 osób. Każdą z osób (w odizolowaniu od reszty) proszono o takie oklaski, z jakimi zwykle ma do czynienia zaraz po zakończeniu koncertu. Osobie klaszczącej mierzono częstotliwość klaskania, linia przerywana przedstawia otrzymany histogram. Następnie każdą z osób (również w odizolowaniu od reszty) proszono o oklaski, takie jak gdyby uczestniczyła w aplauzie synchronicznym; odpowiedni histogram zmierzonych częstotliwości przedstawia linia ciągła. Zauważmy, że średnia częstotliwość, jak również szerokość histogramu są w przypadku oklasków synchronicznych około dwóch razy mniejsze niż w przypadku oklasków normalnych.

Literatura

- [1] Y. Kuramoto, I. Nishikawa, *Journal of Statistical Physics* **49**, 569 (1987)
- [2] Z. Neda, E. Ravasz, Y. Brecht, T. Vicsek, A.-L. Barabási, *Nature* **403**, 849 (2000)
- [3] Z. Neda, E. Ravasz, T. Vicsek, Y. Brecht, A.-L. Barabási, *Physical Review E* **61**, 6987 (2000)



Czy Układ Słoneczny jest chaotyczny?

Bogusz Kinasiewicz, Karol Życzkowski

Instytut Fizyki UJ

Rozumne istoty, które w danej chwili uzyskałyby wiedzę o wszystkich działających w przyrodzie siłach oraz o położeniu wszystkich rzeczy, z których zbudowany jest świat – o ile wspomniane istoty byłyby w stanie zanalizować te dane – mogłyby określić położenia, ruchy i wzajemne oddziaływania największych i najmniejszych ciał w kosmosie. Nie istniałoby dla nich nic nieokreślonego i ujrzałyby przyszłość podobnie jak przeszłość.

Pierre-Simon Laplace

Jeżeli powyższe stwierdzenie Laplace'a [1] byłoby prawdziwe, wtedy znając w pewnej chwili czasu stan dowolnego układu dynamicznego, moglibyśmy przewidzieć przyszłą trajektorię, jak również poznać jego przeszłość. Przykładowo, gdyby Układ Słoneczny składał się z wyidealizowanych punktów materialnych oddziałujących wyłącznie siłami Newtona, to znając dokładne położenia i prędkości Słońca oraz wszystkich planet, potrafilibyśmy określić ich przyszłe położenia w dowolnym czasie. W rzeczywistości, obserwowana regularność zachowania planet naszego układu, oparta na wielowiekowych obserwacjach, mogła dostarczyć takiego właśnie punktu widzenia.

Opis ruchu planet na niebie był jednym z głównych problemów, który zapoczątkował wielki postęp nauk przyrodniczych. Decydujące kroki wyjaśniające prawa ruchu planet zostały poczynione przez „ojców” współczesnej astronomii, matematyki i fizyki: Kopernika, Galileusza, Keplera i Newtona. Chociaż mechanika nieba dwóch ciał, oddziałujących grawitacyjnie, jest dobrze znana, to jednak dodanie trzeciego ciała (tzw. zagadnienie trzech ciał) czyni problem dużo bardziej złożonym, do tego stopnia, że nie potrafimy go rozwiązać analitycznie.

W ciągu ostatnich trzech wieków ważne rezultaty otrzymali Leonard Euler (1707–1783), Louis Lagrange (1736–1813), Carl G. Jacobi (1804–1851), George W. Hill (1938–1914), Henri Poincaré (1854–1912), Tullio Levi-Civita (1873–1941), George D. Birkhoff (1884–1944) i wielu innych. Pomimo tego problem trzech oddziałujących ciał nie został rozwiązany analitycznie, a jedynie znane są metody otrzymywania rozwiązań numerycznych. Nawet uproszczona wersja modelu (tak zwany uproszczony problem trzech ciał), w którym masa jednego z ciał jest zaniedbywalnie mała w porównaniu z całkowitą masą układu, może prowadzić do skomplikowanej dynamiki. Wyobraźmy sobie ciało próbne, obraca-

jące się dookoła jednego ze źródeł pola grawitacyjnego. Gdy energia i moment pędu takiego układu są dość duże, po upływie pewnego czasu ciało to mogłoby zacząć okrążyć drugie źródło. Problem polega na tym, że nie potrafimy sprecyzować, w jakiej chwili takie przejście wystąpi i w konsekwencji nie możemy przewidzieć zachowania ciała próbnego. Ruch układu, w którym małe zaburzenie warunków początkowych typowej trajektorii powoduje jej zmiany wykładniczo rosnące w czasie nazywamy chaotycznym. W przeciwnym razie dynamikę nazywamy stabilną lub regularną.

Nasuwa się więc naturalne i ważne pytanie: czy możemy przewidzieć ruch Ziemi, powiedzmy na bilion lat? Lub inaczej: czy Układ Słoneczny jest stabilny?

Na to pytanie próbowali znaleźć odpowiedź uczeni kilku pokoleń. Początkowe wyniki, jakie otrzymali Laplace i Lagrange, bezsprzecznie sugerowały pozytywną odpowiedź.

Pod koniec XIX wieku rozwiązanie zagadnienia stabilności Układu Słonecznego było jednym z największych wyzwań dla nauki i w związku z tym król Szwecji, Oskar II, ufundował specjalną nagrodę za rozstrzygnięcie tego problemu. Otrzymał ją w 1887 roku francuski matematyk Henri Poincaré, który uzyskał ważne, lecz nie do końca rozstrzygające wyniki. Dowiódł on, że wielokrotnie używane techniki zaburzeń mogą nie prowadzić do poprawnego rozwiązania, gdyż rozważane szeregi zawierają wyrazy coraz wyższych rzędów i mogą być rozbieżne.

Podstawy matematycznej teorii stabilności ruchu stworzył Aleksander M. Lapunow (1857–1918), który rozpatrzył jak szybko wzrasta w czasie odległość pomiędzy dwiema bliskimi trajektoriami. Jeżeli układ, o którym mowa, jest chaotyczny, taka odległość rośnie w czasie jak $e^{L \cdot t}$ gdzie współczynnik L w eksponentcie, zwany *wykładnikiem Lapunowa*, jest dodatni¹. Takie układy były znane matematykom już od początków XIX wieku, ale rozważano je raczej w ramach matematycznych ciekawostek i naukowcy nie zdawali sobie sprawy z ich znaczenia dla fizyki i astronomii. Sytuacja zmieniła się przez ostatnie czterdzieści lat, kiedy to Edward Lorenz, meteorolog z Massachusetts Institute of Technology, skonstruował uproszczony model zmian pogody, zależny jedynie od dwunastu czynników². W swojej pracy z 1963 [2] pokazał, że mała zmiana danych początkowych

¹ Jako wprowadzenie do zagadnień chaosu i dynamiki nieliniowej polecamy, przetłumaczone na język polski, książki Stewarta [5] i Gleicha [6].

² Aktualna pogoda zależy od ogromnej liczby czynników. Aby podać prognozę pogody na 5 dni naprzód, trzeba znać warunki panujące dziś w innych rejonach świata. Mianowicie należałoby wziąć pod uwagę temperaturę, ciśnienie, wilgotność we wszystkich punktach na powierzchni Ziemi i ponad nią na dużych wysokościach, a ponadto pamiętać o warstwie ozonowej i wielu innych parametrach [4]. Chcąc uwzględnić wszystkie te informacje, musielibyśmy rozwiązać wiele skomplikowanych równań. W praktyce nie jest to wykonalne.

powoduje całkowicie inne zachowanie się układu. Ta własność, nazywana obecnie „efektem motyla”, okazała się typowa dla większości układów dynamicznych, stosowanych przy modelowaniu różnych zjawisk w fizyce, chemii czy biologii.

Efekt motyla – skutek efektu wzmocnienia tak błahe zdarzenie jak trzepot skrzydeł motyla w Australii może spowodować tornado na Florydzie.

Co może być źródłem chaosu w układach dynamicznych? Już uproszczony układ trzech ciał może być niestabilny, wystarczy, że istnieją w nim dwie siły tego samego rzędu wielkości, które oddziałują na trzecie ciało. My, mieszkańcy Ziemi, możemy odetchnąć z ulgą, bowiem masa Słońca jest prawie tysiąc razy większa niż masa wszystkich planet, dlatego oddziałują one ze sobą znacznie słabiej aniżeli ze Słońcem. Dlatego też w przypadku Układu Słonecznego stopień chaosu, wyrażony w wykładnikach Lapunowa, nie powinien być duży. Z drugiej strony, biorąc pod uwagę odkrycie Lorenza, nie powinniśmy się dziwić na myśl o chaotycznej naturze Układu Słonecznego. Przeciwnie, byłoby zaskakujące, gdyby układ o tak dużej liczbie stopni swobody (Słońce plus 7 głównych planet, razy trzy stopnie swobody, daje razem 24 stopnie swobody) był całkowicie regularny.

Pierwszy numeryczny dowód chaotycznej natury dynamiki Plutona został otrzymany w 1988 roku przez Sussmanna i Wisdome, którzy śledzili numerycznie trajektorie planet zewnętrznych przez 875 milionów lat i oszacowali czas Lapunowa na około 10 milionów lat.

Czas Lapunowa – odwrotność wykładnika Lapunowa, określający co do rzędu wielkości czas, na który można przewidywać trajektorię układu.

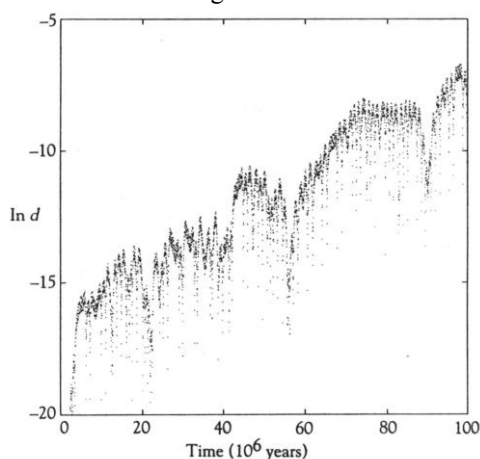
Dalsze numeryczne badania dynamiki całego Układu Słonecznego, wykonane przez Laskara i jego współpracowników, którzy uwzględnili newtonowskie oddziaływania 8 głównych planet (bez Plutona) z poprawkami relatywistycznymi i księżycowymi, pozwoliły im oszacować czas Lapunowa całego układu na 5 milionów lat.

Okazuje się, że błąd 1 km w określeniu położenia początkowego planety może wzrosnąć do 1 jednostki astronomicznej po czasie 95 milionów lat.

1 jednostka astronomiczna – jest równa odległości Ziemi od Słońca i wynosi 150 milionów km.

Chociaż powyższa wartość wykładnika Lapunowa Układu Słonecznego została później potwierdzona w badaniach bardziej realistycznego modelu przez Sussmanna i Wisdome, źródło chaosu nie zostało dotychczas przekonująco ustalone.

Z matematycznego punktu widzenia takie numeryczne wyniki nie dostarczają ścisłego dowodu na to, że Układ Słoneczny jest chaotyczny, niemniej podważają stwierdzenie Laplace'a. Nawet gdybyśmy znali dane początkowe układu z dowolnie dużą, ale skończoną dokładnością, nie byłibyśmy w stanie przewidzieć zachowania układu przez dowolnie długi przedział czasu. W celu odsłonięcia przyszłości układu, który jest chaotyczny, musielibyśmy znać dane początkowe z nieskończoną dokładnością, a uzyskanie takich danych nie jest po prostu możliwe. Ponadto nie znamy dokładnie całkowitej energii Układu Słonecznego: oprócz newtonowskich sił grawitacyjnych, mamy wiele efektów o różnym pochodzeniu (np. poprawki relatywistyczne, zmienność masy Słońca, konsekwencje niesferyczności planet, promieniowania termicznego, i wielu innych), których nie rozważamy. Jednak nawet ich uwzględnienie, choć poprawiłoby wynik, nie zmieniłoby chaotycznej natury Układu Słonecznego i nie pozwoliłoby na przepowiedzenie jego dynamiki na dowolnie długi czas.



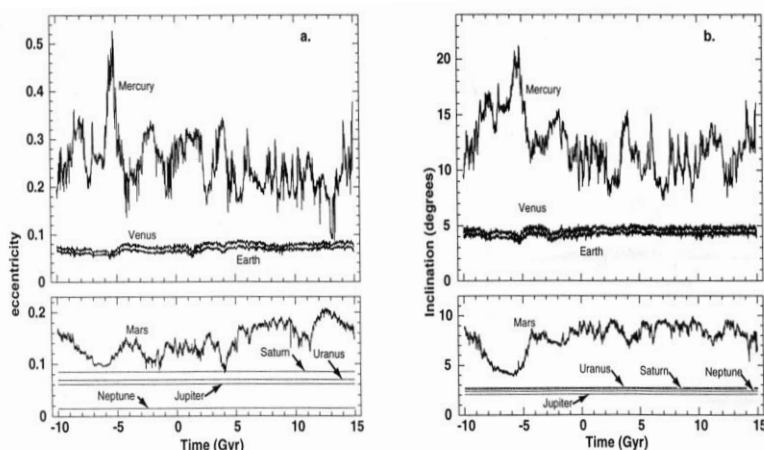
Wykres 1. Rozbieżność d (wyrażona w jednostkach astronomicznych i podana w skali logarytmicznej) pomiędzy dwiema początkowo bliskimi orbitami Plutona rośnie wykładniczo w czasie (G.J. Susmann i J. Wisdom, *Numerical evidence that the motion of Pluto is chaotic*, Science, 241, 433 (1988)). Dopasowanie daje przybliżone nachylenie $1/12$, które odpowiada czasowi Lapunowa równemu około 10 milionom lat

Kolejne pytanie, jakie się nasuwa, dotyczy długości czasu życia Ziemi. Okazuje się, że przesunięcie Ziemi tylko o 150 metrów (co odpowiada względnej zmianie wartości mimośrodowej jej orbity o 10^{-9}) po 100 milionach lat prowadzi do zupełnie innej trajektorii, a to z kolei potwierdza chaotyczną naturę układu. Z drugiej strony, wszystkie te wspomniane trajektorie są *podobne* do „rzeczywistych”. Dlatego Układ Słoneczny jest *formalnie stabilny*: pomimo, że nie możemy prze-

widzieć dokładnie trajektorii po długim czasie, mamy dobre argumenty aby oczekiwać, że globalna struktura układu nie ulegnie zniszczeniu. Przypomina to twierdzenie o *cieniowaniu*, znane z teorii układów dynamicznych.

Twierdzenie o cieniowaniu – numeryczna iteracja chaotycznych odwzorowań dla czasów dłuższych niż czas Lapunowa nie może dostarczać dokładnych rozwiązań problemu, a jednak pod pewnymi technicznymi założeniami można ściśle dowieść, że istnieje rzeczywista trajektoria układu, pochodząca od nieznacznie różniących się warunków początkowych³, która opisywana jest przez otrzymane wyniki numeryczne.

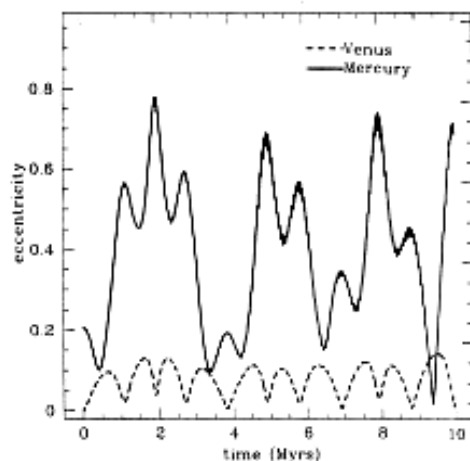
Wyniki numeryczne sugerują, że planety Układu Słonecznego wykazują różne zachowanie. Oprócz chaotycznej trajektorii Plutona (wykres 1), dynamika zewnętrznych Planet (od Jowisza po Neptuna) jest w znacznej mierze regularna, podczas gdy ruch wewnętrznych planet (od Merkurego po Marsa) jest w dużej mierze chaotyczny (wykres 2). Podczas gdy zachowanie planet olbrzymów jest dość regularne, krzywe odpowiadające wewnętrznym planetom wykazują nieregularne fluktuacje, które świadczą o obecności chaosu.



Wykres 2. Maksymalny mimośród (a) i nachylenie (b) 8 planet Układu Słonecznego w funkcji czasu mierzonego w miliardach lat (Gyr). Źródło: J. Laskar, *Large scale chaos in the solar system*, *Astron. Astrophys.* **287**, L9 (1994). Zwróćmy uwagę na różny charakter dynamiki zewnętrznych i wewnętrznych planet

³ W takim przypadku otrzymujemy „przybliżone orbity”, tzn. orbity dowolnie bliskie szukanej trajektorii.

Astronomów zawsze intrygowała Wenus, która obraca się wokół własnej osi w kierunku przeciwnym niż pozostałe planety. Znajdując się na Wenus i spoglądając w kierunku Gwiazdy Polarnej, doszlibyśmy do wniosku, że Słońce wschodzi na zachodzie, a zachodzi na wschodzie. Laskar odkrył, że ruch Wenus jest do tego stopnia chaotyczny, że mógł on odwrócić planetę, nawet kilka razy od czasu powstania Układu Słonecznego. Nie jest więc wykluczone, że obecnie Wenus obraca się „do góry nogami” w stosunku do swojej pozycji wyjściowej.



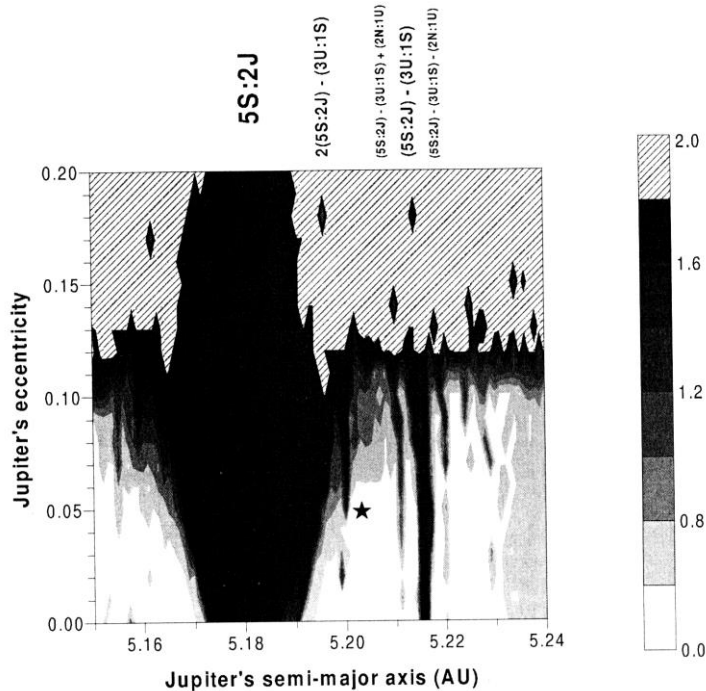
Wykres 3. Mimośród orbit Merkurego i Wenus w funkcji czasu mierzonego w milionach lat (Myrs) (K. Innanen, S. Mikkola, P. Wiegert, *The Earth-Moon system and the dynamical stability of the inner system*, *Astron. J.* **116**, 205 (1998)), otrzymany przy założeniu braku Ziemi w układzie. Fluktuacje tego parametru stają się znacznie większe niż w rzeczywistości (patrz wykres 2), zatem możemy być dumni z naszej Ziemi: stabilizuje ona dynamikę wewnętrznych rejonów Układu Słonecznego

Badając rolę układu Ziemia – Księżyc, jaką odgrywa on w stabilności Układu Słonecznego, Innanen, Mikkola i Wiegert otrzymali zaskakujący wynik: Ziemia odgrywa pierwszoplanową rolę w utrzymywaniu stabilności orbit planet wewnętrznych. Przy jej nieobecności orbity Wenus i Merkurego byłyby nastawione na silne rezonanse pochodzące od planet olbrzymów.

Rezonans jest znanym zjawiskiem, pojawiającym się w układzie złożonym, gdy dwa podukłady periodyczne mają częstości wyrażające się prostym ułamkiem: 1/1, 1/2, 2/3 itp. Wtedy energia może ulec „przepompowaniu” z jednego układu do drugiego i dość dramatycznie wzmocnić jego drgania, co może prowadzić do destabilizacji jego ruchu.

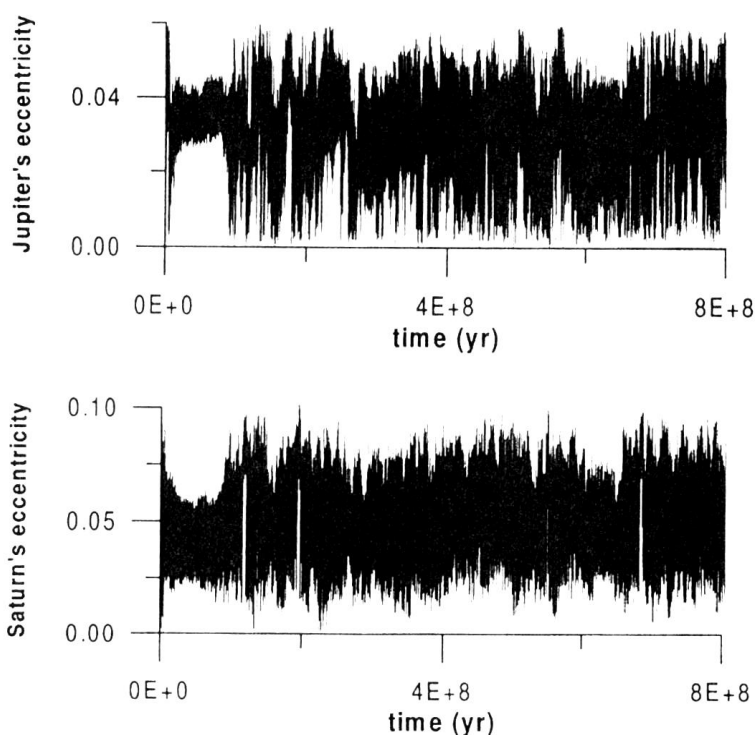
Rolę rezonansów możemy zilustrować dyskutując dynamikę prostego układu – wahadła matematycznego, umieszczonego w stałym polu grawitacyjnym. Wyodróżniamy tutaj dwa rodzaje ruchu: *obroty* (wahadło obraca się w jednym kierunku, więc znak momentu pędu jest stały) i *oscylacje* dookoła ustalonego punktu (znak momentu pędu zmienia się dwukrotnie w ciągu jednego okresu oscylacji). Przy małym zaburzeniu ruch wahadła staje się niestabilny w pobliżu separatysy, czyli krzywej rozdzielającej w przestrzeni fazowej dwa odmienne charaktery ruchu.

Niszczący wpływ takich rezonansów może być widoczny przy badaniu różnych szczegółów Układu Słonecznego. Słynne przerwy Kirkwooda na histogramie gęstości asteroid, wyrysowanych w funkcji ich wielkich półosi, mogą być wytłumaczone jako efekt oddziaływania z Jowiszem. Ścisłej mówiąc, tory, po których poruszają się asteroidy, stają się niestabilne w wyniku rezonansowego oddziaływania z największą planetą naszego układu.



Wykres 4. Diagram ilustrujący dynamikę Jowisza na płaszczyźnie jego parametrów – mimośrodowi w funkcji półosi planety: jasne (ciemne) pola oznaczają regularny (chaotyczny) ruch, podczas gdy zakresowane pole odpowiada orbitom, dla których możliwe są zderzenia planet. Gwiazdka oznaczająca rzeczywiste parametry Jowisza szczęśliwie leży w obszarze dynamiki regularnej

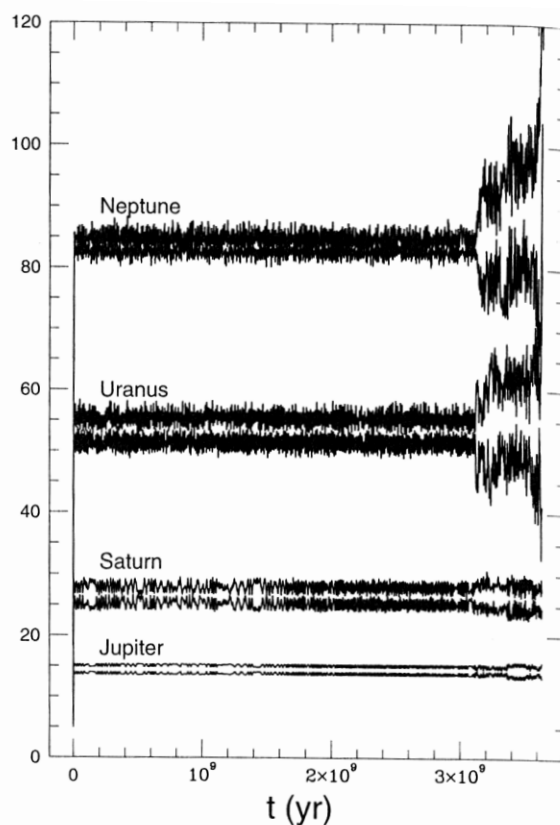
Z kolei oddziaływanie z Neptunem wpływa na dynamikę ciał w zbiorze drobnych ciał niebieskich krążących poza orbitą Neptuna, zwanych Pasem Kuipera⁴. Okazuje się, że rezonansowe oddziaływanie pomiędzy Saturnem i Jowiszem może przyczynić się do destabilizacji Układu Słonecznego. W roku 2001 Michtchenko i Ferraz-Mello pokazali, że względnie mała zmiana parametrów określających orbitę Jowisza mogłaby zwiększyć wpływ rezonansu i w konsekwencji prowadzić do chaotycznego zachowania obu największych planet naszego układu (wykres 6).



Wykres 5. Chaotyczna ewolucja mimośrodu Jowisza i Saturna jaka wystąpiłaby, gdyby częstości ruchu planet pozostawały ściśle w rezonansowym stosunku 5:2 (Michtchenko i S. Ferraz-Mello, *Resonant structure of outer Solar System in the neighborhood of the planets*, *Astron. J.* **122**, 474 (2001))

⁴ W chwili obecnej jest znanych około 80 obiektów w tym pasie, przypuszcza się zaś, że jest ich około 10 miliardów.

Całkowicie różną, bardziej skomplikowaną ilustrację niszczącego wpływu dynamicznych rezonansów można odnaleźć, badając strukturę pierścieni Saturna. Istnienie luk w pierścieniach można wytłumaczyć za pomocą rezonansowego oddziaływania z Mimasem i innymi satelitami Saturna, przy założeniu, że uwzględnimy fale poruszające się w materii tworzącej pierścienie. Innego przykładu ruchu chaotycznego dostarcza Hyperion. Kształt tego małego satelity Saturna jest niesferyczny, co powoduje dodatkowe sprzężenie jego ruchu orbitalnego i rotacyjnego, a w konsekwencji prowadzi do chaotycznych oscylacji największej osi orbity Hyperiona.



Wykres 6. Chaotyczna ewolucja odległości zewnętrznych planet do Słońca dla zmodyfikowanego Układu Słonecznego, w których masa Słońca jest zmniejszona do 36% jej prawdziwej wartości – czas w latach (yr). Źródło: M.J. Duncan i J. J. Lissauer, *The effects of post-main-sequence Solar mass loss on the stability of our planetary system*, *Icarus* **134**, 303 (1998)

Obecnie, dzięki badaniom przeprowadzonym w ostatnich dwudziestu latach, znacznie lepiej rozumiemy dynamikę Układu Słonecznego aniżeli nasi przodkowie. Analiza numeryczna pozwala udzielić pozytywnej odpowiedzi na pytanie o chaotyczną naturę Układu Słonecznego. Na szczęście fakt ten nie zmieni naszych codziennych przyzwyczajęń i nie wpłynie drastycznie na nasze życie, albowiem czas Lapunowa dla Układu Słonecznego jest o wiele rzędów wielkości dłuższy niż ludzkie życie.

Zatem Układ Słoneczny jest chaotyczny. Stwierdzenie to oznacza, że nie jesteśmy w stanie przewidzieć trajektorii Ziemi na okres przekraczający, powiedzmy, 100 milionów lat. Z drugiej strony, jest on strukturalnie stabilny, gdyż małe odchylenia parametrów charakteryzujących tory planet prowadzą do orbit różnych, ale o podobnych własnościach. Zatem jest mało prawdopodobne, aby Układ Słoneczny rozpadł się w ciągu najbliższego biliona lat. Warto podkreślić, że strukturalna stabilność Układu Słonecznego jest ograniczona. Jeżeliby zmienić parametry układu rzędu 10%, to jego konfiguracja uległaby drastycznym zmianom. Na przykład trzykrotne zmniejszenie masy Słońca silnie zdestabilizowałoby dynamikę naszego Układu, jak ilustruje wykres 6.

Zagadnienie stabilności Układu Słonecznego przyciąga uwagę astronomów, matematyków i fizyków od przynajmniej 400 lat i wciąż jest fascynującym polem badań. Dalszy rozwój możliwości obliczeniowych komputerów ułatwi wykonanie obszernej analizy numerycznej różnych aspektów dynamiki Układu Słonecznego i pozwala oczekiwać nowych interesujących rezultatów. Omówiony problem stabilności Układu Słonecznego nie został więc do końca rozwiązany, a my pragniemy zwrócić nań uwagę wszystkich czytelników *Fotonu*.

Literatura

- [1] P.S. Laplace, *Oeuvres Complete de Laplace*, vol. 8, 144, Imprimerie Royale, Paris 1843; English translation: Princeton University Press 1997
- [2] E.N. Lorenz, *Deterministic nonperiodic flow*, J. Atmos. Sci. **20**, 130 (1963)
- [3] K. Życzkowski, *On the stability of the Solar System*, PAU, Prace Komisji Astrofizyki nr **8** (2003)
- [4] I. Ekeland, *Chaos*, Wydawnictwo Książnica, Katowice 1999
- [5] I. Stewart, *Czy Bóg gra w kości?*, PWN, Warszawa 2001
- [6] J. Gleick, *Chaos*, Zysk i S-ka, Poznań 1996



Muzyk o naukach ścisłych w szkole

Krzysztof Meyer

Hochschule für Musik Köln

W szkolnictwie powszechnym kilka umiejętności i dziedzin wiedzy uznano już za niewystarczająco „nowoczesne” lub „mało przydatne” dla człowieka konsumpcyjnego społeczeństwa XXI wieku. Praktycznie usunięto z programów chociażby wychowanie muzyczne, uważając, że kolejnym pokoleniom wystarczy kontakt z muzyką rozrywkową i młodzieżową, ogłuszającą świat z każdego głośnika. Zapomniano, że wprowadzanie w tajniki muzyki lub sztuk pięknych to nie jest „zajęcie dla panienek z dobrych domów”, tylko rozwijanie wyobraźni, bez której ludzie nie są w stanie dokonywać żadnego cywilizacyjnego rozwoju.

Bodaj Einstein twierdził, że „wyobraźnia jest ważniejsza od wiedzy”. Znosi się jednak na to, że wkrótce nawet jego zdanie przestanie mieć jakkolwiek moc przekonywania, skoro zaczynają padać projekty eliminowania z podstawowego kanonu wiedzy również nauk ścisłych. Wiem, że czytelników *Fotonu* nie trzeba przekonywać o potrzebie nauczania fizyki, ale skoro ten absurdalny postulat zaczyna padać publicznie, to może warto gromadzić „amunicję” do obrony, by za pewien czas nauczyciele fizyki nie zostali podobnie bezrobotni jak nauczyciele wychowania muzycznego. I, co gorsza, by przedmiot ten nie odszedł w zapomnienie, podobnie jak nauka śpiewu i znajomość stylów innych niż te, które nadają „sformatowane rozgłoszenie”.

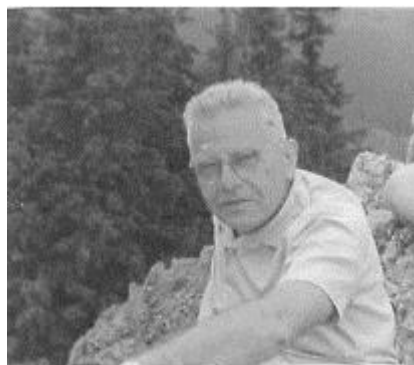
Mój zawód jest bardzo odległy od fizyki, ale jestem głęboko przekonany o tym, że bez pewnego pojęcia o naukach ścisłych wykonywałbym go zupełnie inaczej, by nie rzec – gorzej. Podobnie jak wyobraźnię naukowca rozwija obcowanie ze sztuką, również fantazję i sprawność kompozytora w posługiwaniu się narzędziami własnego zawodu usprawnia orientacja w „innych światach”. I nawet nie mam na myśli dosłownego „przekładania” na język muzyki praw fizyki czy obserwacji z biologii, acz również takie zjawiska mają miejsce, przynosząc niekiedy pasjonujące efekty. Myślę tu po prostu o świadomości bogactwa i złożoności świata badanego i opisywanego w kategoriach innych niż te, które cechują „moją” dziedzinę.

Na początek kilka osobistych wspomnień. Tak się złożyło, że w szkole ciekawie mnie bardziej przedmioty ścisłe niż humanistyczne. Fizyka, chemia, biologia oraz te dziedziny nauki, których nie obejmował program (astronomia, medycyna) sprawiały mi zawsze ogromną przyjemność, podczas gdy historia, język polski albo łacina nie należały wówczas do moich ulubionych. Myślę, że główną przyczyną tej sytuacji był fakt, że miałem znacznie lepszych nauczycieli przedmiotów ścisłych. Pozostali nie tylko byli słabsi, ale też skrzepowani ówczesną sytuacją,

bowiem w latach pięćdziesiątych wszystko, co wykraczało poza nauki ścisłe, naznaczone było nachalną propagandą polityczną i nie mogło budzić w młodzieży głębszego rezonansu.

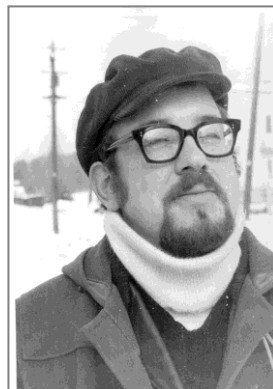
Pamiętam, że wyjątkową atrakcją w pierwszych klasach były comiesięczne wizyty w pracowni fizycznej w szkole podstawowej na ul. Wąskiej, jedynej istniejącej w owych czasach w Krakowie. Znakomita nauczycielka, Janina Wroniewicz, z przejęciem pokazywała nam proste doświadczenia (np. z maszyną elektrostatyczną, napięciem powierzchniowym itd.) i fascynująco opowiadała o takich zjawiskach, jak tęcza, efekt Dopplera itp. Także później, w Liceum Muzycznym, mieliśmy kilku wspaniałych nauczycieli matematyki, fizyki i chemii (Maria Mazurek, Roman Janicki). Byli to pedagodzy uczący równocześnie w tzw. „Piątce” (Liceum im. Witkowskiego), a szkoła ta – obok Nowodworskiego – cieszyła się wtedy najlepszą opinią. I jakkolwiek nigdy nie wahałem się z wyborem przyszłego zawodu, moja fascynacja naukami ścisłymi i przyrodniczymi nie malała. Rodzice, widząc to, kupowali mi świetne książki z zoologii (Żabińskiego), astronomii i fizyki (m.in. *Symfonię atomową* Rayskiego), co jeszcze powiększało moje zainteresowanie tymi dziedzinami. Było też dla mnie czymś naturalnym, że jako dowolny przedmiot egzaminu maturalnego wybrałem chemię.

Wśród przyjaciół moich rodziców było też kilku naukowców, m.in. znakomity polski fizyk prof. Marian Mięśowicz. Często spędzaliśmy wspólnie wakacje w Bukowinie Tatrzańskiej. Pamiętam, że jako chłopiec zamęczałem go różnymi pytaniami, a on, całkowicie zresztą pozbawiony daru elokwencji, potrafił niezwykle jasno tłumaczyć nie tylko istotę prostych zjawisk fizycznych, ale także opowiadać o najnowszych teoriach i odkryciach. Od niego usłyszałem po raz pierwszy o antymaterii, o czarnych dziurach, to prof. Mięśowicz rozpałał moje zainteresowanie, opowiadając o nowo odkrytych cząstkach elementarnych.



Wakacje na Bukowinie. Zdjęcie po lewej – grupa dzieci (z prawej KM) przed domem pp. Mięśowiczów; zdjęcie po prawej – prof. Mięśowicz na wycieczce

Parę lat później, dzięki pierwszemu małżeństwu, w moim bliskim otoczeniu znalazło się kilku fizyków, którzy także zaspokajali moją ciekawość: Andrzej Białas, Kacper Zalewski, Andrzej Fuliński oraz Romuald Wit. Moje sympatyczne kontakty z Romkiem Witem dodatkowo wzmacniały jego zamiłowania muzyczne. Wreszcie pod koniec lat sześćdziesiątych zaprzyjaźniłem się z fizykiem Józefem Kuźmińskim (zdjęcie obok), absolwentem Uniwersytetu Jagiellońskiego. Studiowaliśmy w tym samym czasie w Paryżu, mieszkając niedaleko od siebie. W naszych codziennych niemal rozmowach fizyka zawsze znajdowała sporo miejsca, toteż dzięki niemu hermetyczny świat tej nauki stawał mi się bliższy i coraz bardziej fascynujący.



Z tym większą przykrością stwierdzam, że znaczną część wiedzy uleciała z mojej pamięci, że nie mam już czasu na pogłębianie wiedzy w tych dziedzinach, co zresztą bez znajomości wyższej matematyki i tak nie jest możliwe. Niemniej to, co mi pozostało, w znaczący sposób wpływa na mój sposób postrzegania świata. Co więcej, jest także niezbędne w mojej codziennej pracy kompozytorskiej. Jestem też przekonany o tym, że gdybym nie miał w szkole znakomitych nauczycieli, którzy potrafili zarazić mnie swym entuzjazmem do wykładanej wiedzy, byłbym człowiekiem znacznie uboższym.

Fakt, iż w dzieciństwie nauki ścisłe były mi bliższe od humanistycznych, być może wynikał również z moich indywidualnych predyspozycji, bowiem niektórym moim kolegom historia czy łacina znacznie bardziej przemawiała do wyobraźni. Mało sensowne byłoby w tym miejscu pytanie o to, które przedmioty są najważniejsze w szkołach ogólnokształcących. Nie widzę bowiem żadnej różnicy pomiędzy koniecznością zdobycia podstawowej wiedzy w zakresie przedmiotów ścisłych a humanistycznych. Podstawy matematyki, fizyki, chemii są młodemu człowiekowi równie potrzebne jak znajomość literackiego kanonu, podstaw historii, wiedzy o świecie współczesnym, języków czy umiejętność posługiwania się komputerem. Szkoła powinna stwarzać uczniowie nie tylko szansę odkrycia własnych zainteresowań czy pasji, ale także uczyć go logicznego myślenia, efektywnego sposobu uczenia się i wielu innych umiejętności, ważnych w późniejszym życiu. Po latach dojrzały człowiek nie musi mówić po łacinie, cytować z pamięci *Pana Tadeusza*, recytować twierdzenia Pitagorasa czy pamiętać dokładnie daty np. wojen punickich, jednakże ogólna wiedza daje mu zarówno poczucie przynależności do wielowiekowej kultury europejskiej, jak i ułatwia ogarnięcie myślą przemian społecznych, zachodzących w otaczającym go świecie, istoty rozwoju nauki, cywilizacji itd. – lista takich korzyści jest bardzo długa.

Im bardziej sięgam wspomnieniami do dawnych lat, tym wyraźniej uświadamiam sobie, jak wielką rolę odegrała w moim życiu szkoła, i to zarówno podstawowa, jak i średnia. Nie tylko wpajano nam podstawy wiedzy z zakresu wszystkich wykładanych tam przedmiotów, lecz również wspierano rozwijanie wrodzonych predyspozycji, stwarzając szansę podjęcia właściwej decyzji dotyczącej wyboru kierunku studiów. I mimo że moją średnią szkołą było liceum zawodowe, w którym przede wszystkim kształcono nas muzycznie, wysoki poziom nauczania przedmiotów ogólnokształcących pozwolił części z nas podjąć studia matematyki, biologii, geografii i historii.

Rozpisałem się na temat moich doświadczeń szkolnych, bo wiele zainteresowań zostaje nam wszczepionych w młodości, a niepoślednią rolę odgrywa w tym procesie właśnie szkoła. Szansa na to, że „sami z siebie” odkryjemy pasję i zdolności do dziedziny, z którą nigdy nie dane nam było się zetknąć, bliskie są zeru. To zaś, czy przedmiot stanie się uciążliwym obowiązkiem szkolnym, czy też pobudzi wyobraźnię młodego człowieka i zainteresuje go, w dużej mierze zależy od nauczycieli. Liceum Muzyczne, do którego uczęszczałem w Krakowie, było szkołą *par excellence* elitarną. Chodziła do niego młodzież zdolniejsza, bardziej pilna, mająca większe szanse na osiągnięcie wysokiego statusu w społeczeństwie. Kiedy sięgam pamięcią do lat spędzonych w tej szkole, przed oczyma staje mi grono pedagogiczne złożone ze wspinających nauczycieli – pedagogów z powołania, zapaleńców, którzy nie szczędzili sił ani czasu, by jak najlepiej i jak najatrakcyjniej przekazać nam swą wiedzę. Od kilku z nich dowiedziałem się po latach, że uczyli, nie zwracając specjalnej uwagi na te dyrektywy płynące z ministerstwa albo kuratorium, które mogłyby ograniczać fantazję albo hamować inicjatywę grona pedagogicznego.

Jeszcze parę lat temu sądziłem, że urzędnicy niemający pojęcia o szkolnictwie mogli się do niego wtrącać tylko w ustroju „realnego socjalizmu”. Niestety, w demokracji również zdarza się, że szkolnictwo podlega władzy polityków pozbawionych kompetencji w zakresie edukacji. Co gorsza, można nieomal „przez głosowanie” ustalać, co jest ważne, a z czego można zrezygnować. „Przez głosowanie” pozbawiamy młode pokolenie umiejętności obcowania ze sztuką. I jak przed wieloma laty, rozwój wyobraźni i wrażliwości estetycznej stanie się znów przywilejem jedynie elit, które zadbają o to, by ich dzieci poznawały to, co ważne było dla wielu pokoleń tworzących cywilizację „starej Europy”.

Teraz padają propozycje, by usunąć z podstaw wykształcenia fizykę – bo trudna i nudna, a nie każdy nauczyciel potrafi wyklądać ją „zabawowo”. Obawiam się jednak, że o ile Europa przetrwa bez powszechnej wiedzy o tym, czym jest fuga albo kanon, to przy narastającej tendencji do irracjonalnego tłumaczenia otaczającego nas świata brak orientacji w podstawach fizyki lub chemii sprowadzi na nas nowe średniowiecze.



O nauczaniu oceny niepewności standardowej

Henryk Szydłowski
Wydział Fizyki UAM, Poznań

PROBLEM

Od lat 90. ubiegłego wieku istnieją międzynarodowe normy oceny niepewności pomiarowych [1, 2], zawierające jednolitą terminologię i propozycje metod obliczania niepewności całkowitych. Parametrem ilościowym określającym dokładność pomiarów jest niepewność standardowa $u(x)$ wielkości mierzonej x . Dla wyników wykazujących rozrzut statystyczny zgodny z rozkładem normalnym niepewność standardowa jest równa odchyleniu standardowemu średniej

$$u_N(x) = s_{\bar{x}} \quad (1)$$

gdzie dolne wskaźniki przy $u(x)$ oraz $U(x)$, stosowane wyłącznie w tej pracy, określają typ rozkładu statystycznego: N oznacza rozkład normalny, J rozkład jednostajny, a Z jednostajny z błędnym określeniem niepewności standardowej.

Interpretacja graficzna zwykłego odchylenia standardowego s_x w rozkładzie normalnym znana jest powszechnie. Wiadomo również, że w przedziale domkniętym

$$\langle \bar{x} - s_x, \bar{x} + s_x \rangle \quad (2)$$

mieści się tylko 68% wszystkich wyników pomiarowych, a prawdopodobieństwo, że wynik nie mieści się w tym przedziale, wynosi aż 32%. Stąd w normach jako faktyczną miarę niepewności przyjmuje się niepewność rozszerzoną [1], zdefiniowaną wzorem:

$$U_N(x) = k u_N(x) \quad (3)$$

w którym użytkownik wyników decyduje o wartości współczynnika rozszerzenia k , dobierając go z przedziału między $k = 2$ a $k = 3$

$$(2 < k < 3) \quad (4)$$

W przypadku przyjęcia bezpiecznej wartości $k = 3$ przedział (reguła trzech sigm)

$$\langle \bar{x} - U_N(x), \bar{x} + U_N(x) \rangle, \text{ czyli } \langle \bar{x} - 3 u_N(x), \bar{x} + 3 u_N(x) \rangle \quad (5)$$

zawiera wartość rzeczywistą z prawdopodobieństwem 99,7%, a ryzyko wyniku spoza tego przedziału jest rzędu 0,3% (tab. 1). Zwróćmy jeszcze uwagę na to, że zgodnie z wzorem (1) niepewność standardowa jest równa odchyleniu standardowemu średniej $s_{\bar{x}}$, a nie odchyleniu standardowemu s_x , zatem przedziały określone przez niepewności standardowe są faktycznie mniejsze, niż to ilustruje rysunek 1a. Zgodnie z normami niepewność standardowa określona z rozkładu normalnego nazywa się niepewnością standardową typu A. W przypadkach gdy wyniki nie wykazują rozkładu normalnego, wielkość przyjętej niepewności standardowej powinna przybliżać odchylenie standardowe w rozkładzie normalnym. Przybliżona wartość niepewności standardowej jest nazywana niepewnością standardową typu B.

Zajmijmy się przypadkiem, w którym wyniki pomiarów nie wykazują rozrzutu statystycznego, czyli wielokrotnie powtarzany pomiar daje zawsze taki sam wynik, a spośród wszystkich przyczynków niepewności standardowej największą wartość ma przyczynek od niepewności wzorcowania stosowanych przyrządów [3]. Oznaczmy przez $\Delta_d x$ wartość najmniejszej działki elementarnej stosowanego przyrządu, którą interpretuje się jako niepewność maksymalną, co oznacza, że przedział domknięty

$$\langle x - \Delta_d x, \quad x + \Delta_d x \rangle \quad (6)$$

zawiera wartość rzeczywistą z prawdopodobieństwem 100% lub inaczej mówiąc, że wartość rzeczywista nie może znaleźć się poza tym przedziałem. Ponadto przyjmuje się najbardziej niekorzystny przypadek, w którym gęstość prawdopodobieństwa jest stała w całym przedziale (6), czyli rozkład prawdopodobieństwa jest rozkładem jednostajnym, zwanym inaczej prostokątnym, co zilustrowano rysunkiem 1b¹. Przez analogię do rozkładu normalnego, w którym miarą niepewności standardowej jest odchylenie standardowe średniej, również w rozkładzie jednostajnym przyjmuje się, że niepewność pomiarowa jest równa odchyleniu standardowemu

$$u_p(x) = \frac{1}{\sqrt{3}} \Delta_d x. \quad (7)$$

Przy tym podkreśla się wyraźnie, że jest to niepewność typu B. W rozkładzie jednostajnym przedział

$$\langle x - u_N(x), \quad x + u_N(x) \rangle \quad \text{czyli} \quad \left\langle x - \frac{1}{\sqrt{3}} \Delta_d x, \quad x + \frac{1}{\sqrt{3}} \Delta_d x \right\rangle \quad (8)$$

¹ W normach [1] dopuszcza się przyjęcie innych rozkładów na przykład trójkątnego, w których niepewność standardowa jest mniejsza niż w rozkładzie jednostajnym.

zawiera wartość rzeczywistą z prawdopodobieństwem 57% (tab. 1), czyli niższym niż w rozkładzie normalnym. Z tego powodu niektórzy autorzy i wykładowcy przyjmują wbrew normom [1], że niepewność standardowa w rozkładzie jednostajnym wyraża się wzorem

$$u_z(x) = \sqrt{\frac{2}{3}} \Delta x. \quad (9)$$

Wtedy przedział

$$\left\langle x - \sqrt{\frac{2}{3}} \Delta x, \quad x + \sqrt{\frac{2}{3}} \Delta x \right\rangle \quad (10)$$

zawiera wartość rzeczywistą z prawdopodobieństwem 82%, a więc zdecydowanie wyższym niż przedział (2) w rozkładzie normalnym.

BŁĄD PRZYJĘCIA WZORU (9)

W zasadzie, gdyby niepewność standardowa była ostateczną miarą niepewności wyniku pomiaru, mimo sprzeczności wzoru (9) z normami [1] nie byłoby istotnego błędu, bo normy dopuszczają możliwość określenia niepewności uzyskanego wyniku przez samego eksperymentatora. Jednakże niepewność standardowa, zgodnie z nazwą, jest tylko pewnym standardem i jak już wspomnieliśmy, w rozkładzie normalnym zawiera wartość rzeczywistą tylko z prawdopodobieństwem 68%. Użytkownik, np. konstruktor, absolutnie nie może przyjąć odchylenia standardowego jako „przedziału tolerancji”, bo wtedy godziłby się na 32% ryzyka katastrofy! Jest on zmuszony przyjąć niepewność rozszerzoną. Oczywiście im większy jest współczynnik rozszerzenia, tym mniejsze jest ryzyko katastrofy, ale równocześnie ze zmniejszeniem ryzyka wzrasta ciężar konstrukcji i koszty. Wpływ wartości współczynnika k na wynik dla rozkładu normalnego i dla obydwu przypadków rozkładu jednostajnego pokazano w tabeli 1. Jak widać z tabeli 1, w przypadku gdy niepewność wzorcowania jest jedynym przyczynkiem niepewności rozszerzonej, dla $k = 3$ $U_j(x) = 2,44 \Delta_d x$, gdzie $\Delta_d x$ jest niepewnością maksymalną. Podkreślmy! Przyjmując niepewność standardową w postaci (9), otrzymujemy dla niepewności rozszerzonej przy $k = 3$ wartość 2,44 raza większą od niepewności maksymalnej. Który z eksperymentatorów lub użytkowników wyniku może zgodzić się na takie zwiększenie niepewności wyniku? Przecież nawet w przypadku przyjęcia rozkładu jednostajnego i niepewności standardowej w postaci (7) niepewność rozszerzona przy $k = 3$ jest 1,73 raza większa od niepewności maksymalnej ($U_z(x) = 1,73 \Delta_d x$).

WNIOSEK

Przybliżenie niepewności pomiarowej rozkładem jednostajnym według norm [1] jest przyjęciem najmniej korzystnego przypadku, w którym niepewność standar-

dowa ma postać (7). Natomiast przyjęcie niepewności standardowej w postaci (9) jest zarówno wykroczeniem przeciw obowiązującym normom, jak i poważnym błędem, szczególnie w obliczeniowych programach komputerowych i w nauczaniu.

Literatura

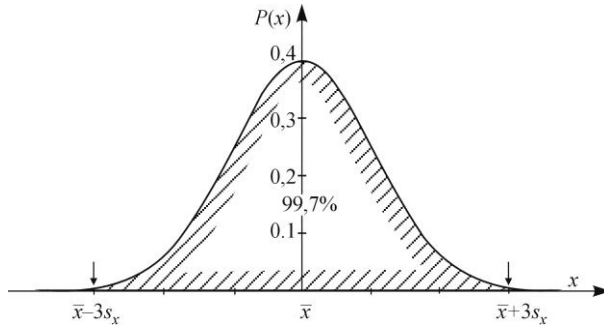
- [1] *Guide to expression of the uncertainty of measurement*, International, Organization for Standardization (ISO), Switzerland 1995.
- [2] Wyrażanie niepewności pomiaru; przewodnik, Główny urząd Miar, Polska 1999.
- [3] H. Szydłowski, Niepewności w pomiarach,; międzynarodowe standardy w praktyce, Wyd. UAM, Poznań 2001.
- [4] H. Szydłowski, *Międzynarodowe normy oceny niepewności pomiarów*, Postępy Fizyki 51, str. 92, 2000.

Tabela 1

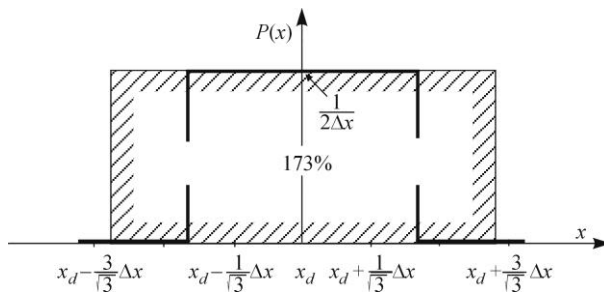
Relacje między niepewnością rozszerzoną a niepewnością standardową w różnych rozkładach statystycznych.

k	Rozkład normalny N			Rozkład jednostajny J			Rozkład jednostajny Z		
	$U_N(\bar{x}) =$	Pow. pod krzywą w %	Relacja $U_N(x) = z s_x$	$U_J(\bar{x}) =$	Pow. pod krzywą w %	Relacja $U_J(x) = z \Delta_d x$	$U_Z(\bar{x}) =$	Pow. pod krzywą w %	Relacja $U_Z(x) = z \Delta_d x$
1	s_x	68,3	s_x	$\frac{1}{\sqrt{3}} \Delta_d x$	0,57	$0,57 \Delta_d x$	$\sqrt{\frac{2}{3}} \Delta_d x$	0,82	$0,82 \Delta_d x$
2	$2 s_x$	95,5	$2 s_x$	$\frac{2}{\sqrt{3}} \Delta_d x$	>100	$11,5 \Delta_d x$	$2 \sqrt{\frac{2}{3}} \Delta_d x$	>100	$1,63 \Delta_d x$
3	$3 s_x$	99,7	$3 s_x$	$\frac{3}{\sqrt{3}} \Delta_d x$	>100	$1,73 \Delta_d x$	$3 \sqrt{\frac{2}{3}} \Delta_d x$	>100	$2,44 \Delta_d x$

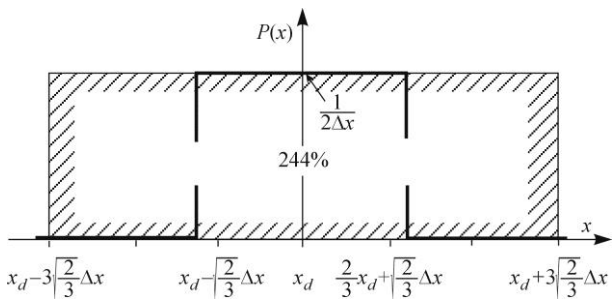
a)



b)



c)



Rysunek 1

Ilustracja niepewności rozszerzonej w rozkładach: normalnym (a), jednostajnym z prawidłowo zdefiniowaną niepewnością standardową (b) oraz z błędnie zdefiniowaną niepewnością standardową (c)



Soczewki grubasy

Grzegorz Karwasz

Instytut Fizyki, Pomorska Akademia Pedagogiczna, Słupsk
Dipartimento di Fisica, Università di Trento, Włochy

Mirosław Brozis

Dipartimento di Fisica, Università di Trento, Włochy

Abstrakt

W artykule opisujemy trzy zagadnienia optyki geometrycznej, zazwyczaj pomijane w nauczaniu fizyki: 1) zależność ogniskowej od ośrodka, w którym znajduje się soczewka; 2) sferyczne powierzchnie załamujące (półsoczewki); 3) soczewki w formie pełnej kuli.

1. Grube jest piękne, albo przynajmniej było na obrazach Rubensa (1577–1640). Od czasów traktatu Izaaka Newtona *Optyka* (1704) grube są w niełasce, a panują niepodzielnie soczewki cienkie, które opisuje równanie

$$1/f = 1/p + 1/q, \quad (1a)$$

gdzie ogniskowa f zależy od promieni krzywizny soczewki w sposób następujący

$$1/f = (n - 1)(1/R_1 + 1/R_2), \quad (1b)$$

n jest współczynnikiem refrakcji, czyli załamania, materiału soczewki, a p i q oznaczają odległość przedmiotu i obrazu od soczewki.

(Dla przypomnienia, jeśli soczewka jest wklęsła, to promienie krzywizny uważa się za ujemne; w konsekwencji jeśli q jest ujemne, to obraz jest pozorny – powstaje po tej samej stronie co przedmiot.)

Wszystko, co nie spełnia równania (1), nazywane jest aberracją, czyli *zбочeniem*. Okazuje się, że zбочeń jest więcej niż przypadków prawowitych.

2. Na ogół milcząco zakłada się, że przed i za soczewką znajduje się powietrze (o współczynniku załamania w przybliżeniu $n = 1$). Jeśli jest inaczej, jak np. w przypadku bąbelków wody w oleju lub innych dwóch różnych cieczy (fot. 1), „wypukły” bąbelek staje się soczewką rozpraszającą. Podobnie jest w przypadku straganu ze *wszystkimi* rozmiarami baterii, jak na fot. 2. (Młodzież nie pamięta, ale jeszcze 20 lat temu zdobycie np. baterii „paluszków” było nie lada wyczynem handlowym; nasz projekt rozwiązuje ten problem).

Pełne równanie soczewki, uwzględniające trzy różne ośrodki: n_1 , w którym znajduje się obiekt, n_2 materiału soczewki i n_3 materiału, w którym powstaje obraz, nie jest wcale takie proste:

$$n_1/p + n_3/q = (n_2 - n_3)/R_2 + (n_2 - n_1)/R_1 \quad (2)$$



Fot. 1. Kaczki w szklanej popielniczce: jest to przykład dwóch cieczy niemieszających się. Ciecz niebieska, mimo że cięższa, ma niższy współczynnik załamania niż ciecz bezbarwna. Potrząsanie popielniczki wytwarza bąbelki jednej cieczy w drugiej (lub bąbelki powietrza), które działają jak soczewki rozpraszające. Taki sam efekt można uzyskać, nalewając do słoika 0,5–1 cm³ oleju, a następnie gwałtownie mieszając w celu dla utworzenia bąbelków powietrza; jeszcze lepiej zamieszać olej z wodą



Fot. 2. Stragan z bateriami wszystkich rozmiarów. Baterie są oczywiście jednego rodzaju, jak niegdyś w PRL, a tylko woda się znajduje raz w szklance, raz w akwarium (a czasem w głowie)

Ogniskowa (tzn. q dla warunku $p = \infty$) wynosi $q = n_3[R/(2n_2 - n_3 - n_1)]$, gdzie założyliśmy dla uproszczenia $R_1 = R_2$. Ponieważ wewnątrz ludzkiego oka n_3 odpowiada „ciału szklistemu”, czyli praktycznie wodzie, a współczynnik załamania soczewki oka nie jest wiele większy od 1,0, to pływak bez okularów do nurkowania widzi wszystko rozmyte, tak jak krótkowidz o gigantycznej wadze wzroku – „bryle jak lunety” (rozwiązanie zadania na stronie internetowej [1]).

3. W równaniach (1) i (2) nadal pozostają ukryte założenia: 1) że promienie biegną blisko osi soczewki (co jest równoważne założeniu o dużym promieniu krzywizny soczewki) i 2) że soczewka jest cienka.

Jeśli soczewka nie jest cienka, to promienie równoległe, biegnące z nieskończonej odległości, ale leżące w różnej odległości od osi optycznej, wcale nie skupiają się w jednym punkcie. Taką aberrację nazywamy **sferyczną**, bo poniekąd jest spowodowana kulistą formą soczewki – grubszą nieco w środku. Jest to jednakże *tautologia*, bo soczewki są sferyczne (łatwiej je szlifować). W przypadku luster – aby promienie skupiały się w jednym punkcie, forma zwierciadła powinna być paraboliczna, co z kolei ogranicza ich kątowny zakres obserwacji.

4. Z tej samej sferycznej formy soczewki cienkiej wynika, że jeśli obiekt nie znajduje się na osi optycznej, to jego obraz jest zniekształcony – punktowe źródło światła zamienia się w przecinek (aberracja nosi nazwę **komy**). I jest jeszcze aberracja **chromatyczna** – wynikająca z zależności współczynnika załamania od długości fali światła. Tę aberrację usuwa się, składając dwa gatunki szkła, które w podręcznikach nazywa się *crowm* – szkło sodowo-wapniowe ($n = 1,52$) oraz *flint*, czyli krzemień – o dużej zawartości tlenku ołowiu ($n = 1,65$). Nazwy pochodzą jeszcze z pozwolenia na produkcję, wydanego przez króla Anglii w 1676 roku dla niejakiego George’a Ravenscrofta, który podobno wywiózł sekrety produkcji szkła z Wenecji. Dziś odmian szkła jest nieskończenie wiele [1].

5. Jeśli soczewka jest gruba, to wcale nie jest powiedziane, że promienie biegnące z nieskończoności skupią się w tej samej odległości od „środku” soczewki. Co zresztą jest „środkiem” soczewki? W tym przypadku każdą płaszczyznę rozgraniczającą powietrze/szkło, a następnie szkło/powietrze należy rozważać oddzielnie, jako tzw. dioptrię, czyli **półsoczewkę**. Czytelnikom *Fizyki w Szkole* równanie dioptrii nie powinno być obce, bo zostało ostatnio „przemycone” z zadaniami z Olimpiady Fizycznej [2]. A jest ono np. w programie włoskich liceów.

$$n_1/p + n_2/q = (n_2 - n_1)/R, \quad (3a)$$

gdzie, podobnie jak w równaniu (1), zakłada się, że przedmiot leży na lewo od granicy rozdziału dwóch ośrodków, natomiast promień krzywizny R uważa się za dodatni, jeśli środek krzywizny leży na prawo od granicy ośrodków, zaś ujemne q oznacza, że obraz powstaje po tej samej stronie co przedmiot (czyli po lewej).

Powiększenie dioptrii wyraża się wzorem

$$I = n_1q/n_2p = (q - R)/(p + R), \quad (3b)$$

gdzie ujemny znak I oznacza obraz prosty (nieodwrocony).

6. Raz poznawszy równanie półsoczewki, jesteśmy w stanie wyjaśnić rachunkowo wielkość bąbli powietrza w szklanej lub żelatynowej kuli (lub np. pachnących,

żelatynowych świecach, zob. kolekcja zdjęć w Internecie [1]). Dla przykładu bąbel w głębi kuli (np. 15 cm od „przedniej” powierzchni) o średnicy 20 cm (w tym przypadku należy przyjąć promień $R = -10$ cm w równaniu dioptrii) będzie wydawał się 1,6 raza większy, jeśli pływa w wodzie ($n = 1,33$) i 2 razy większy, jeśli jest zatopiony w szkle ($n = 1,5$). Jeśli natomiast umieścimy go bliżej, np. 5 cm od przedniej ścianki, to powiększenie w szkle zmniejszy się do 1,2 raza. W granicznym przypadku przedmiot na końcu kuli jest powiększony $n/(n-2)$ razy, czyli dla szkła 3 razy, niezależnie od promienia (zob. fot. 3).



Fot. 3. Kula z weneckiego szkła – przykład półsoczewki. Owalny kwiatek w głębi kuli wydaje się 3 razy większy niż ten z przodu. Deformacje kwiatków na brzegach kuli są dowodem, że równanie półsoczewki korzysta z tych samych założeń co równanie soczewki cienkiej: promieni przyosiowych. Jeśli promienie nie są przyosiowe, to równania (1)–(3) nie są stosowane

Ponieważ powiększenie zależy od położenia, postacie całkiem proporcjonalne, np. krasnal na fot. 4, stają się w „magicznych” kulach karykaturami.



Fot. 4. Nierównomierne powiększenie obiektu w kuli, w zależności od jego położenia, czyni z krasnala potwora. Etykieta sklepowa leży poza kulą – jej zniekształcenie pokazuje, że optyka grubych soczewek jest – dla promieni nieprzyosiowych – bardzo skomplikowana

6a. Dioptria wklęsła daje oczywiście obrazy pomniejszone (promień krzywizny jest dodatni, zob. przykład liczbowy w [1]), jak np. fotelik z pingwinami (fot. 5), czy „Ostatnia wieczerza” (fot. 6); (z Republiki Ludowej Chin, czegoż nie robi się dla pieniędzy!).



Fot. 5. Zmienny promień krzywizny – raz dodatni raz ujemny, tworzy z fotelika z pingwinami obiekt nie mniej zajmujący niż kalejdoskop (zob. też [1])



Fot. 6. Chińska „Ostatnia wieczerza” – wklęsła półsoczewka pomniejsza

7. Gdy już umiemy liczyć półsoczewki, to soczewka gruba jest niczym innym jak złożeniem dwóch półsoczewek: powietrze/szkło + szkło/powietrze. Dla przykładu ogniskowa soczewki o promieniu 10 cm, wykonanej ze szkła ($n = 1,5$), wynosi 5 cm. Natomiast dla soczewki cienkiej, dwuwypukłej, o obu promieniach krzywizny równych 10 cm, ogniskowa jest dwa razy większa, 10 cm.

I tu widać sens używania soczewek cienkich: w soczewce grubej, aby uzyskać obraz powiększony i prosty (jak w lupie), obiekt musi się znajdować bardzo blisko niej. W naszym przypadku liczbowym przy zmianie odległości obiektu od szklanej kuli z 3 cm na 4 cm powiększenie rośnie z $-6,4$ na -12 razy. W analogicznej soczewce cienie powiększenia zmieniają się mniej, z $-4,3$ na $-6,6$ raza dla powyższych odległości. Soczewka gruba jest więc obiektem „bliskowidzącym”.

Powiększenie przedmiotu leżącego tuż za kulą ($p = 0$) wynosi – podobnie jak dla przedmiotu leżącego na „końcu” kuli – $n/(n - 2)$, czyli 3 dla szkła o $n = 1,5$.

Dla odległości większych od ogniskowej powstające w kuli obrazy są odwrócone, podobnie jak dla soczewek cienkich (zob. fot. 7).



Fot. 7. Jedna wieża Eiffla jest umieszczona w kuli – kula działa jak półsoczewka. Wieża odwrócona to obraz wieży z kuli sąsiedniej – dwie kule tworzą coś w rodzaju mikroskopu: jedna wytwarza obraz rzeczywisty odwrócony, druga tworzy z niego obraz pozorny

8. Pierwsze mikroskopy były jednak budowane z soczewek grubych – szklanych kul. Ich konstruktor, Anton van Leeuwenhoek, przeszedł do historii jako twórca mikrobiologii, zupełnie przez przypadek. Handlował sukniem i przyprawami i któregoś dnia postanowił sprawdzić, dlaczego pieprz piecze. Podejrzał, że nasionka mają małe haczyki, którymi przyczepiają się do języka. Rozgniół więc trochę nasion pieprzu i zalał wodą, aby namiękły. Był jednak zajęty sprawami zawodowymi, więc obejrzał pieprz dopiero po paru dniach: roilo się w nim od mikrobów.

Przypadek van Leeuwenhoek jest typowym przykładem pożytków płynących z twórczej swobody *niesubordynacji* naukowców: zamiast koncentrować się na zaplanowanych badaniach, zajął się mikrobiologią. W rezultacie mamy dziś DNA, mutacje i klonów. A haczyki w pieprzu nadal czekają na swego odkrywcę!

9. Równanie dioptrii pozwala też wyjaśnić, dlaczego ryby w wodzie i pranie w pralce (oglądane przez szklany wziernik) wydają się położone bliżej niż w rzeczywistości. Wystarczy w tym celu przyjąć promień krzywizny dioptrii $R = \infty$ i w konsekwencji równanie (tzw. dioptrii płaskiej) przyjmuje postać $q = -(n_2/n_1)p$, a powiększenie wynosi $I = -1$ (obraz jest pozorny). Efekt „przybliżenia” jest znaczny, jeśli dioptrią jest np. szklany sześcian, uchwyt na notatki (fot. 8).



Fot. 8. Płytką równoległościenną to też gruba soczewka (złożenie dwóch półsoczewek o promieniach $R = \infty$). Nie powiększa, a tylko przybliża

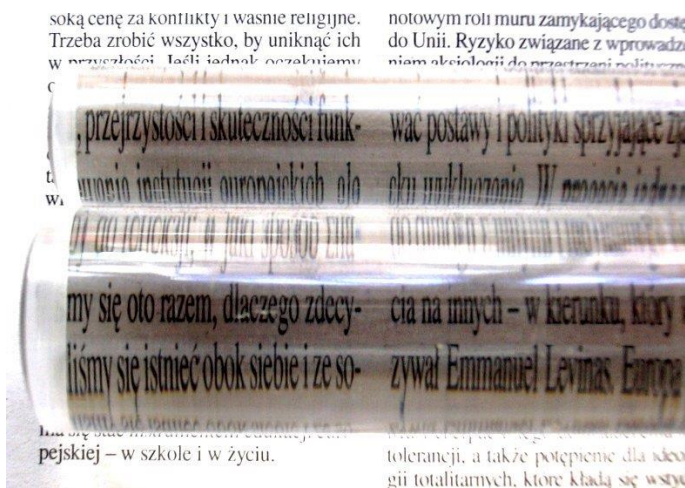
I tak np. guzik w pralce w odległości 10 cm od wziernika o grubości 1 cm wydaje się być położony w odległości 8,2 cm, a nie 11 cm (szczegóły obliczeń w wersji internetowej artykułu [1]). To samo zagadnienie da się rozwiązać, analizując bieg promieni załamanych, ale pytanie brzmi wówczas: „Rybak widzi szczupaka pod kątem 50° , pozornie na głębokości 2 m; gdzie znajduje się szczupak?”.

10. Ciągłe jednak nie pozbyliśmy się założenia 1) – promieni przyosiowych (paraksjalnych). Jak widać na zdjęciu nr 9, zwykła szklanka staje się skomplikowanym urządzeniem optycznym, które trudno przybliżyć jakimś równaniem – z pomocą przychodzą komputery [3]. Skomplikowane bryły soczewek dostarczają efektów zupełnie niespodziewanych, takich jak rozdwojenie obrazu na fot. 5.

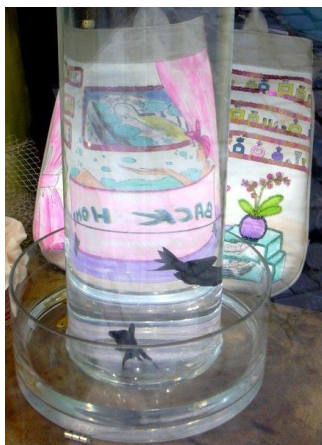


Fot. 9. Nawet zwykła szklanka pokazuje, jak skomplikowana jest optyka promieni nieprzysiosowych (fot. A. Krzysztofowicz)

Nawiasem mówiąc, i szklanka, i wałek pleksu są soczewkami cylindrycznymi, a nie sferycznymi. Równanie soczewki cylindrycznej jest takie samo jak sferycznej, tylko że w jednym wymiarze: soczewka z bliska powiększa (zob. fot. 10), z daleka odwraca (fot. 11).

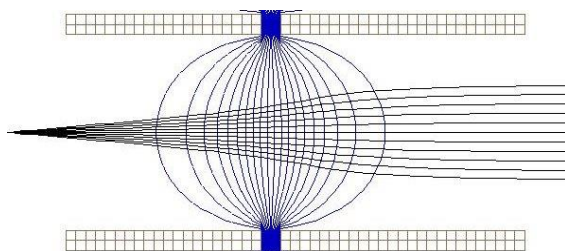


Fot. 10. Wałki z pleksiglasu są też grubymi soczewkami – cylindrycznymi. Podobnie jak w przypadku szklanej kuli, obiekty umieszczone tuż za soczewką są powiększane w czynnik $n/(n-2)$, niezależnie od promienia pręta, co widać na zdjęciu



Fot. 11. Akwarium z rybkami w witrynie sklepu w Antony (Paryż) działa jak soczewka cylindryczna – odwraca w jednym wymiarze napis z dziecięcej torebki

11. Bez znajomości soczewek grubych nie można zrozumieć, jak działa mikroskop elektronowy. Soczewki dla elektronów – dwa cylindry, do których przyłożone zostają różne potencjały, to właśnie grube, cebulowate struktury. Elektron jest odchylany przez pole elektryczne w całym obszarze wewnątrz takiej cebuli. Do symulacji jego toru też używa się programów komputerowych [4] (rys. 1).



Rys. 1. Soczewka mikroskopu elektronowego, składająca się z dwóch współosiowych cylindrów: linie przerywane pokazują rozkład potencjału elektrycznego (są to linie ekwipotencjalne) – pole elektryczne jest do tych linii prostopadłe. Elektron jest odchylany przez pole, jak poziomo lecący kamień przez pole grawitacyjne Ziemi. Ten przykład (energia elektronów 200 eV, $U_1 = +100V$, $U_2 = +30V$) to soczewka wytwarzająca równoległą wiązkę elektronów (obliczenia D. Pliszka)

Literatura

- [1] www.if.pap.edu.pl/optyka/grubasy.html
- [2] LII Olimpiada Fizyczna – zawody II stopnia, *Fizyka w Szkole* nr 3 (2003), str. 171
- [3] www.phy.ntnu.edu.tw/java/Lens/lens_e.html
- [4] J. Dehmer, SIMION 7.0 packet, Ohio State University



LWIĄTKO ze Lwowa

Adam Smólski

I Społeczne Liceum Ogólnokształcące, Warszawa

Fizyka w Szkole

Redakcja *Fotonu* poprosiła mnie o zaprezentowanie Polsko-Ukraińskiego Konkursu Fizycznego LWIĄTKO. Myślę, że wielu Czytelników już ten konkurs poznało. W 2004 roku wzięło w nim udział 13 349 uczestników z ponad 700 szkół. Konkurs ma szansę stać się imprezą masową i zająć trwałe miejsce w kalendarzu szkolnych wydarzeń. Jeśli pozwoli termin Wielkanocy, LWIĄTKO odbywać się będzie w poniedziałek pierwszego tygodnia kwietnia. W 2005 roku będzie to 4 kwietnia.

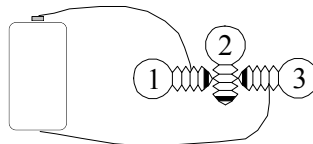
Konkurs wzorowany jest na popularnym matematycznym Kangurze – podobnie jak tam, każemy w 30 zadaniach wybrać jedną z pięciu podsuniętych odpowiedzi. Jest na to 75 minut, zatem tempo pracy nieuchronnie prowadzi do przegrzania mózgowego procesora... Ale na tym między innymi ta zabawa polega. W odróżnieniu od Kangura, pozwalamy na użycie kalkulatora.

Na pomysł, aby według zasad sprawdzonych w Kangurze zorganizować konkurs z fizyki, wpadli w 2001 roku nauczyciele „uniwersyteckiego” liceum we Lwowie, nawiasem mówiąc, zajmujący się także organizacją Kangura na terenie Ukrainy. Nazwa LWIĄTKO, po ukraińsku LEVENJA, właśnie od Lwowa pochodzi. Pomysł „chwyciło” także I Społeczne Liceum Ogólnokształcące w Warszawie, któremu ukraińscy organizatorzy zaproponowali rozszerzenie konkursu na Polskę. W 2003 roku próbnie, a w 2004 roku już pełną parą, podjęliśmy się tego zadania. Wyjaśniam, że nasza szkoła może nie jest potęgą matematyczno-fizyczną, ale ma ambicje..., a przede wszystkim okazała się organizacyjnie „wydolna”.

Nie było łatwo, przyznaję. Parę tegorocznych wpadek, mam nadzieję, uczestnicy LWIĄTKA nam wybaczą. Wyraźne stały się również pewne strukturalne problemy, których rozwiązanie nie będzie łatwe. No bo jak zakreślić tematykę zadań np. dla I klasy liceum, jeśli fizyka uczona jest według różnych programów i podręczników oraz w różnym wymiarze godzin? Czy zadania układać pod zapaleńców chodzących na pozalekcyjne kółka, czy pod przeciętnego ucznia, też chcącego się sprawdzić (jedna ze szkół w 2004 roku zgłosiła 164 uczestników)? Kangur rozwiązuje ten problem prosto – zadania w minimalnym stopniu odnoszą się do szkolnej nauki, będąc przede wszystkim testami logicznego myślenia, sprytu, spostrzegawczości. Na terenie fizyki nie jest to w pełni możliwe, coś trzeba wiedzieć z tzw. teorii. Częściowo poszliśmy w kierunku wskazywanym przez Kangura, oto przykład kilku naszych zadań:

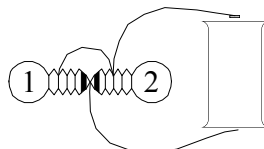
Klasy 1–2 gimnazjum
Które żarówki będą świecić?

- A. Wszystkie trzy. B. Tylko 1. C. Tylko 2.
D. Tylko 3. E. Tylko 1 i 3.



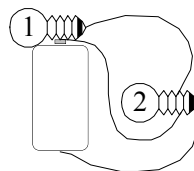
Klasa 3 gimnazjum
Które żarówki będą świecić?

- A. Żadna. B. Obie. C. Tylko 1.
D. Tylko 2. E. Inna odpowiedź.



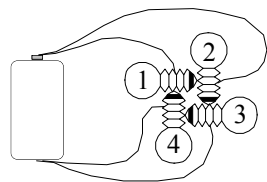
Klasa I liceum
Które żarówki będą świecić?

- A. Żadna. B. Obie. C. Tylko 1. D. Tylko 2.
E. Inna odpowiedź.



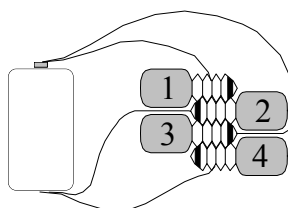
Klasa II liceum
Które żarówki będą świecić?

- A. Wszystkie. B. Tylko 1 i 3. C. Tylko 1 i 4.
D. Tylko 2 i 4. E. Żadna.



Klasa IV liceum
Żarówki stykają się gwintami. Które z nich będą świecić?

- A. Wszystkie. B. Tylko 1 i 4.
C. Tylko 1 i 3. D. Tylko 2 i 3. E. Żadna.



Niby fizyka, ale nie ta „szkolna”, prawda? Zachęcam, aby każdy zmierzył sobie czas. Nie sądzę, aby nauczyciel miał tu być wiele sprawniejszy od ucznia.

Jednak trochę, a może nawet sporo, szkolnej fizyki jest nie do uniknięcia. Oto takie typowo szkolne zadanie, u nas dla I klasy liceum:

Nieuważny zając, biegnąc z szybkością 10 m/s, wpada prosto w paszczę wilka, biegnącego naprzeciw z szybkością 3 m/s. Ile wyniesie zaraz potem szybkość wilka, jeśli jego masa jest 12 razy większa od masy zająca?

A. Zero. **B.** 0,25 m/s. **C.** Między 0,5 a 1,5 m/s. **D.** 2 m/s. **E.** Ponad 2,5 m/s.

Rozsądna proporcja między jednym a drugim typem zadań to właśnie trudny problem do rozwiązania na przyszłość. Wielu nauczycieli prosiło nas przed konkursem o „zakres materiału”. Odsyłaliśmy do przykładowych zadań z LWIĄTKA 2002 i 2003, zdając sobie sprawę, że różne programy szkolne na poziomie konkretnej klasy mają dość wąską część wspólną. A czy wolno nam zakładać kumulowanie wiedzy? Założyliśmy pochopnie, że zestaw dla klas IV może dotyczyć całej szkolnej fizyki. Okazał się najtrudniejszy i średnia punktów wypadła najniżej.

Inny problem to równowaga finansowa, zapewniająca taką liczbę i jakość rozdzielonych nagród, by „poczucie sprawiedliwości” uczestników nie było wystawione na próbę. Udział w konkursie kosztuje 5 zł. Zdajemy sobie sprawę, że nie wszystkim to się wydaje mało. Chcielibyśmy móc w przyszłości rozdawać dużo atrakcyjnych nagród, na co jak dotąd nie starczało nam środków. To, co rozesłaliśmy, pochodziło prawie w całości od sponsorów. Łącznie około 250 książek na nagrody przyznały Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Wydawnictwo Szkolne PWN, Wydawnictwo Adamantan, Wydawnictwo ZamKor i Wydawnictwo Muza. WSiP przekazały nam ponadto 600 sztuk plakatu „Promieniotwórczość”, tego samego, który towarzyszył numerowi 4/2003 czasopisma *Fizyka w Szkole*.

Najhojniejszym darem WSiP było jednak 5000 egzemplarzy numeru specjalnego *Świata Nauki* pt. „Kosmos znany i nieznan”. Choć rozesłanie pocztą dość ciężkich zeszytów pochłonęło spore koszty, potraktowaliśmy to jako swego rodzaju misję. Proszę pomyśleć, jaka porcja poważnej nauki zawędruje „pod strzechy”, jeśli 5000 młodych ludzi choćby pobieżnie przekartkuje ten numer.

Koniecznym należy wspomnieć o nagrodzie specjalnej dla czwórki zwycięzców kategorii licealnych LWIĄTKA 2004. Był nią udział w „Przedszkolu Fizycznym” w Zakopanem, dorocznym wydarzeniu znanym doskonale czytelnikom *Fotonu*. Tę nagrodę fundował Zakład Teorii Cząstek Instytutu Fizyki UJ.

Co oferujemy sponsorom w zamian za ufundowane nagrody? Logo firmy umieszczamy na plakatach rozsyłanych jesienią do kilku tysięcy szkół oraz na

dypłomach dla uczestników. Gdyby ktoś z Czytelników zapragnął znaleźć się wśród sponsorów, prosimy o kontakt.

Idealna równowaga finansowa powinna umożliwiać zakup nagród także z pieniędzy wpłacanych jako opłata konkursowa. W tym roku wyprodukowaliśmy plakat „Big Bang”, rozesłany następnie wszystkim bez wyjątku uczestnikom konkursu. Dziękujemy Autorom plakatu – Jackowi Turnauowi i Krzysztofowi Kozakowi z IFJ w Krakowie!

Ale na więcej nie było nas stać. Koszty „obsługi” są naprawdę znaczne, sama poczta kosztowała nas prawie 13 000 zł. Wykaz innych kosztów można znaleźć na naszej stronie internetowej <http://slo.bednarska.edu.pl/lwiatko>. Konkurs nie korzysta z jakiegokolwiek wsparcia MENiS, staramy się, aby przynajmniej był uznawany na równi z Kangurem. Wypada na przykład, aby sukces w LWIĄTKU mógł być wpisywany na świadectwie w „szczególnych osiągnięciach” ucznia.

Od początku konkursowi patronuje *Fizyka w Szkole* (nie tylko dlatego, że „przypadkiem” zajmuję się jej redagowaniem). Jestem przekonany, że wysoka jakość ukraińskich zadań i oczekiwany masowy zasięg konkursu czynią z niego ważny instrument nauczania i popularyzacji fizyki (jak to jest w przypadku Kangura i matematyki). Piszę o tym dlatego, że w ostatnich czasach słusznie jesteśmy wyczuleni na wszelkie korupcjogenne układy. „Układ” z LWIĄTKIEM jest taki, że po prostu trzeba było zakasać rękawy i ten konkurs robić, a czy ktoś na nim „wyjdzie na swoje”, przyszłość pokaże.

Co nam zapewnia *Fizyka w Szkole*? Zadania z 2002 (z Ukrainy) i polskie z 2003 roku były publikowane wraz z objaśnieniami odpowiedzi w numerach od 2/2003 do 1/2004. Zadania z 2004 roku z rozwiązaniami (i także te z 2003 roku) mają się ukazać w broszurce dołączonej do numeru 1/2005 – trafi do szkół w lutym 2005, czyli w czasie odpowiednim już do rozgrzewki przed konkursem. Ale uwaga – bezpłatnie broszurkę otrzymają tylko prenumeratorzy czasopisma.

Zadania z ubiegłych edycji są stale dostępne na wyżej podanej stronie internetowej konkursu. Tam też znajdują Państwo sprawozdanie z przebiegu konkursu w 2004, czego w szczegółach już tutaj nie przedstawiałem. Również wszystkie bieżące informacje tam ukazują się najszybciej. Sposób zgłaszania szkół do konkursu w 2005 roku będzie podobny do dotychczasowego – szczegóły znajdą Państwo na wspomnianej stronie internetowej, a także w ogłoszeniach w *Fizyce w Szkole*, *Fotonie* i *Magazynie Miłośników Matematyki*. Wyślemy także materiały informacyjne do kilku tysięcy szkół. Serdecznie zapraszam.



KĄCIK ZADAŃ

O pewnym prostym zadaniu z teorii względności

Marcin Miczek

Instytut Fizyki, Politechnika Śląska w Gliwicach

Prowadząc kilka lat temu ćwiczenia rachunkowe z fizyki dla studentów Wydziału Chemicznego Politechniki Śląskiej w Gliwicach do wykładu prowadzonego przez Stanisława Kochowskiego (obecnie profesora Politechniki Śląskiej), rozwiązywałem ze studentami takie oto zadanie¹:

Izaak Newton urodził się w 1643 r. w niewielkiej miejscowości w hrabstwie Lincolnshire. Albert Einstein urodził się w 1879 r. w Ulm. Odległość między tymi miejscowościami wynosi około 800 km. Czy istnieje układ odniesienia, w którym obaj fizycy urodziliby się: a) równocześnie, b) w tym samym miejscu? Określić, z jaką prędkością układ ten musi poruszać się względem powierzchni Ziemi.

Zadanie to można rozwiązywać różnymi sposobami, dla mnie było ono zwykle okazją do wyjaśnienia pojęcia interwału czasoprzestrzennego (wprowadzonego wcześniej na wykładzie). Chciałbym opisać tu swe kilkuletnie doświadczenia dydaktyczne przy rozwiązywaniu tego zadania. Ponieważ reakcja studentów była rokrocznie taka sama, daje to trochę do myślenia o tym, jak uczyć teorii względności. Skorzystajmy zatem z pojęcia interwału czasoprzestrzennego:

$$\Delta s^2 = c^2 \Delta t^2 - \Delta x^2 - \Delta y^2 - \Delta z^2,$$

gdzie c oznacza szybkość światła w próżni, t – czas, x , y , z – współrzędne przestrzenne. Wartość Δs^2 nie zależy od wyboru inercjalnego układu odniesienia, co można sprawdzić wprost z transformacji Lorentza – jest to tzw. niezmiennik tej transformacji.

Obliczmy tenże interwał między dwoma podanymi w zadaniu zdarzeniami² (indeks N odnosi się do Newtona, E – do Einsteina):

¹ Zadanie zostało zaczerpnięte z książki: Jadwiga Salach, Barbara Sagnowska, Jerzy M. Kreiner, *Fizyka z astronomią. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego. Klasa II*. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1989 (zadanie 36.6, strona 115), zatem artykuł może przydać się także nauczycielom szkół ponadgimnazjalnych.

² Interwał czasoprzestrzenny jest obliczany jak w układzie inercjalnym. Poprawki związane z ziemskim polem grawitacyjnym oraz dobowym i rocznym ruchem Ziemi można obliczyć z ogólnej teorii względności, są one jednak w tym przypadku zanedbywalne.

$$\Delta s^2 = c^2(t_E - t_N)^2 - (x_E - x_N)^2.$$

Okazuje się, że jest to tzw. interwał czysto czasowy ($\Delta s^2 > 0$), a zatem nie istnieje układ odniesienia, w którym Newton i Einstein urodziliby się w tym samym czasie (bo w takim układzie odniesienia $\Delta s^2 \leq 0$, co jest w naszym przypadku niemożliwe), natomiast istnieje taki, w którym urodzili się w tym samym miejscu. Po dojściu do tegoż wniosku i zaakceptowaniu go (na razie czysto matematycznym) przez studentów zadaję pytanie: „Z jaką szybkością musi się poruszać względem Ziemi ów układ odniesienia, w którym Newton i Einstein urodzili się w tym samym miejscu?” Jakiej odpowiedzi spodziewalibyście się Państwo po studentach, którzy są świeżo po wykładzie z teorii względności i przerobili już parę przykładów z wydłużenia czasu i skrócenia długości? A jakżeby inaczej – „Z szybkością bliską szybkości światła!” A ja wtedy z szelmowskim uśmiechem powiadam: „A więc sprawdźmy”. Wypisanie transformacji Lorentza jest dość proste:

$$x'_N = \gamma(x_N - vt_N) \quad \text{oraz} \quad x'_E = \gamma(x_E - vt_E), \quad \text{gdzie} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}.$$

Szukamy szybkości v , dla której $x'_N = x'_E$. W trakcie obliczeń skróceniu ulega czynnik γ , przez co wynik nie różni się od tego, który otrzymalibyśmy, stosując transformację Galileusza, w której $\gamma = 1$. Żądana szybkość wynosi:

$$v = \frac{x_E - x_N}{t_E - t_N} = \frac{800 \text{ km}}{1879 - 1643 \text{ rok}} = 9,3 \frac{\text{m}}{\text{dzień}} = 0,1 \frac{\text{mm}}{\text{s}}.$$

Dla porównania szybkość ślimaka jest rzędu 1 mm/s. Ten zaskakujący dla studentów wynik tłumaczyłem w sposób następujący. Wyobraźmy sobie raketę z kosmitą, który w 1643 r. znajduje się w miejscu urodzin Newtona i przez okienko swego pojazdu obserwuje narodziny twórcy klasycznej dynamiki. Następnie rakietę porusza się z obliczoną przez nas szybkością, aby w 1879 r. znaleźć się nad Ulm – wtedy kosmita przez okienko rakiety obserwuje narodziny twórcy teorii względności. I konkludując, z uśmiechem oświadczam, że narodziny obu fizyków odbyły się w tym samym miejscu (w układzie odniesienia związanym z raketą) – a mianowicie naprzeciw okienka rakiety. Zaś cały problem nie leży w rozpędzeniu rakiety do ogromnej szybkości, a w długości życia naszego obserwatora.

No i jak Państwo myślicie – co na to wszystko studenci? No cóż, zwykle odpowiadają „To jest bez sensu”. Chyba rozwiązanie okazało się zbyt banalne – cóż to za relatywistyka przy takiej podślimaczej szybkości...

Kończąc już bardziej poważnie – widać, że pojęcie układu odniesienia okazuje się zaskakująco trudne dla studentów pierwszego roku, usłyszenie zaś na wykładzie o zadziwiających efektach relatywistycznych przesłania o wiele bardziej fundamentalny i zdroworozsądkowy charakter zasady względności Galileusza.



KĄCIK DOŚWIADCZALNY

Tajemnice jajek

Aneta Szczygielska, Jerzy Jarosz

Uniwersytet Śląski, Katowice

W letnim numerze *Fotonu* opisano proste doświadczenia z jajkami surowymi i ugotowanymi. W wyścigach jajek na równi pochyłej szybsze okazuje się jajko surowe... Mimo prostoty eksperymentu wynik jest zaskakujący dla większości z nas. Tymczasem wyjaśnienie jest równie proste jak sam eksperyment, ale tak to już bywa, że często mamy ochotę wykrzyknąć „przecież to takie oczywiste!” dopiero w momencie, gdy zrozumiemy istotę zjawiska. Często też wnioski zbyt szybko wyciągane z obserwacji prowadzą nasze rozumowanie na manowce, a często trudno nam jest oddzielić obserwacje istotne od nieistotnych.

Co więc powoduje, że spodziewamy się raczej, że to jajko ugotowane stoczy się szybciej? „Każdy z nas wie, jak odróżnić jajko ugotowane od jajka surowego” – tak zaczyna się wspomniany artykuł i tutaj chyba tkwi przyczyna, że nasza intuicja zawodzi w przewidywaniu wyników wyścigu. Doświadczenie uczy nas, że jajko ugotowane łatwo jest „rozkręcić” na stole i wiruje ono chętnie i długo. Jajko surowe natomiast kręci się niechętnie i szybko przestaje się obracać. Nie wnikając zbyt głęboko w przyczyny takiego zachowania, skłonni jesteśmy przypisać jajku gotowanemu „łatwość obracania się” i... oczekujemy, że tocząc się z góry, powinno wyprzedzić jajko surowe, które przecież obracać się nie chce. No i nagle stajemy przed koniecznością zweryfikowania wniosków, które wyciągnęliśmy z naszych doświadczeń.

Spróbujmy zastanowić się najpierw, dlaczego jajko gotowane „chce się kręcić”, a surowe nie. Różnica polega na tym, że w tym pierwszym cała zawartość jest związana mocno ze sobą i ze skorupką, tworząc bryłę, którą fizyk nazwałby bryłą sztywną. Nadając jajku ruch obrotowy, wprawiamy w ruch równocześnie całą jego masę. Wprawiając w ruch obrotowy jajko surowe, obracamy właściwie tylko skorupkę, podczas gdy płynna zawartość jajka pozostaje prawie nieruchoma. Praca wykonana przez nas w pierwszym przypadku jest wielokrotnie większa niż w drugim i w rezultacie energia ruchu obrotowego, jaką uzyskuje jajko gotowane, jest znacznie większa od tej, jaką udaje się nam nadać jajku surowemu. Gdybyśmy jednak kręcili nim wystarczająco długo, wirowałoby równie dobrze jak jajko gotowane!

Sytuacja wygląda nieco inaczej, gdy jajka staczają się z równi pochyłej pod wpływem siły grawitacji. Siła ta działa nie tylko na skorupkę jajka, ale na całą jego masę. O prędkości toczenia się w dół równi decydują teraz inne czynniki.

Najprościej można rozpatrzeć ten problem, korzystając z zasady zachowania energii. Na szczycie równi jajka mają taką samą energię potencjalną grawitacji; gdy staczają się w dół, energia ta zamienia się na energie kinetyczne ruchów postępowego i obrotowego. U podstawy równi (i w każdym jej punkcie) suma tych energii dla obu jajek musi być jednakowa. Wnętrze jajka surowego nie obraca się razem ze skorupką, a więc jego energia kinetyczna związana z ruchem obrotowym będzie mniejsza, niż dla jajka na twardo. Odwrotnie więc, energia kinetyczna ruchu postępowego jajka surowego musi być większa niż ugotowanego, co oznacza większą prędkość staczania się z równi i... jajko surowe wygrywa wyścigi! Udało nam się rozwikłać problem, nie odwołując się do wzorów. Proponujemy jednak sprawdzić, czy uda się Wam poprzez podane rozumowanie odpowiednimi równaniami.

Korzystając z zasady zachowania energii i zakładając, że jajka o masie m i promieniu r staczają się z równi pochyłej o długości l , nachylonej do poziomu pod kątem α możemy łatwo otrzymać równanie na czas potrzebny na przebycie równi:

$$t = \sqrt{\frac{2l}{g \sin \alpha} \left(\frac{I}{mr^2} + 1 \right)}$$

I oznacza moment bezwładności jajka.

Jak wynika z równania, im mniejszy moment bezwładności staczającej się bryły, tym krótszy czas t wystarcza na przebycie drogi l .

A swoją drogą, istnieje bardzo ważna przyczyna, dla której żółtko nie bierze udziału w ruchu obrotowym jajka. Otóż na górnej części żółtka umieszczona jest płytko zarodkowa, która niezależnie od tego, jak jajko potoczy się do gniazda, pozostaje zawsze u góry. Dzięki temu jest zawsze blisko źródła ciepła – kwoki wysiadującej jajka. Pozwala to na utrzymanie odpowiedniej temperatury niezbędnej do rozwoju nowego życia.



Jeśli chcecie poćwiczyć wyścigi jajek i walców o różnych momentach bezwładności, zapraszamy na naszą stronę: www.us.edu.pl/dydaktykafizyki/prezentacje.php i zabawę z programem „Przygody jajka z momentem bezwładności”.

CO CZYTAĆ**Władysław Natanson o Michale Faradayu**

Dzieje świecy, Michael Faraday, Prószyński i S-ka, Warszawa 1997

Wstęp pióra Władysława Natansona

Michał Faraday**I**

Dnia 22 września 1791 roku w wiosce Newington Butts, od dawna już pochłoniętej przez rozrastający się Londyn, prostemu kowalowi Jamesowi Faradayowi urodził się syn Michał. Wraz ze starszym o trzy lata braciszkiem, Robertem, mały Michaś uczęszczał do szkoły; lecz nauka podobno szła trudno. Gdy chłopczyzna nie potrafił imienia brata wymówić inaczej niż w słodkim, dziecięcym brzmieniu, mniej więcej jak Łobert, rozgniewana nauczycielka rozkazała Łobertowi, by udał się do sąsiedniego sklepiku i kupił tam trzcinę; celem dokonania tak złowrogiej transakcji wręczyła wysłannikowi pół pensa. O ileż byłaby postąpiła rozsądniej, szlachetniej, gdyby była zatopiła się w myślach, gdyby usiłowała była zrozumieć mechanizm zajmującego językowego zjawiska. Nie, nie dopisała wówczas tej damie zdolność badawcza; zbłądziło jej serce, znajomość ludzkich charakterów zawiodła. Mały Robert cisnął o ziemię miedziany szelązek, który parzył mu dłoń okrucieństwem, i z głośnym płaczem pobiegł po matkę.

Rodzice przenieśli się wkrótce do miasta, od Tamizy na północ. Niedaleko ubożego domostwa, w którym znaleźli mieszkanie, w ulicy Blandford Street pod nr. 2, widniał sklep okazały, skład materiałów piśmiennych; można tam było nabyć zeszyt, ołówek, gazetę, kalendarz, a nawet i inną, nie byle jaką książeczkę; właściciel, p. Riebau, oprócz handlu uprawiał kunszt introligatora, życzył sobie jednakże, ażeby tytułowano go „panem księgarzem”. Dwunastoletni już Michał, oddany do terminu u pana Riebau, zamiatał pokoje, biegał za posyłkami, klientom roznosił pisma codzienne. Nie był to zresztą pospolity *shopkeeper*, ów pan Riebau: opiekował się Michałem poczciwie, rozumnie; miewał także dziwnych przyjaciół, jak pan Masquerier na przykład, Francuz, eks-malarz, polityczny emigrant i po trosze spiskowiec, który, polubiwszy młodzika, rozmawiał z nim chętnie. Romantycznie wtulony w wielki płaszcz aksamitny (krążyły pogłoski, że płaszcz ten był niegdyś zielony), rozповідаł zasłuchanemu chłopięciu, że Napoleona znał z bliska: miał pono portret Wodza *illo tempore* malować lub właściwie rozpocząć; być zresztą może, iż go tylko zamierzał rozpocząć. Poprawiając, ale na próżno, zwichrzoną ciemną czuprynę, napomykał, bywało, że spodziewa się kiedyś dostąpić najwyższych we Francji godności; na razie uczył Michała rysunku i zasady

perspektywy tłumaczył mu od niechcienia; gorzały wówczas zachwytem błękitne oczy słuchacza i ucznia. Po upływie lat uczeń odwdzieczył się nauczycielowi; gdy Masquerier, chory, włócił w smutku dni posępnej starości, Faraday, w uczuciu serdecznego przywiązania, przychodził mu w pomoc.

Panu Masquerierowi ani panu Riebau nie było wówczas wiadomo, że młodzieniec w nocy, ukradkiem, przy świetle łożówki, rozczytywał się w książkach, którym w dzień przyprawiał okładki. Poznał tą drogą pani Jane Marcet miłe (mdle nieco) *Rozmowy chemiczne* tudzież artykuł o elektryczności umieszczony w *Encyclopaedia Britannica*; przeczytał Watta *Życie duchowe (The Mind)*, o której książce później powiedział, że uczyła go myśleć; kilka innych dzieł naukowych (np. Lyonsa *Experiments on Electricity*) wraz z powieścią *Evelina*, pióra miss Panny Burney, które w tym czasie zakupił i własnoręcznie oprawił, z czcią do dziś przechowuje Instytucja Królewska w Londynie. Pozostałe swe oszczędności bez wahania poświęcał na doświadczenia chemiczne, na budowę małych fizycznych przyrządów; i te eksperymenty, te książki wypełniały mu duszę, te promyki wiedzy rozjaśniały mu serce. Brzydził się pracy rękodzielniczej, potępiał czynności kupieckie; poczytywał je za zdrożne zajęcia, służące egoistycznym rachubom człowieka. Wyobrażał sobie, iż, wprost przeciwnie, nauka uzacnia nas, uszlachetnia; że nie znosi zaślepień, zasklepień i małostkowych niechęci; że żąda rozwagi od swych wielbicieli i panowania nad grubym popędem; że uczy prawej, bezstronnej i czystej mądrości. Mylił się, na ogół mylił się, niewątpliwie; nie znał jeszcze z bliska zwierzęcia ludzkiego. Upraszczał życie; zamiast faktów miał przed sobą marzenie; atoli błąd, w który popadał, jakże go w naszych myślach rysuje. Technie nie prawd wiecznych niosło już wówczas naiwną, lecz piękną duszę młodzieńca ku wysokim moralnym wyżynom, tak trudno człowiekowi dostępnym.

Mając lat osiemnaście, dowiedział się z ogłoszenia, że niejaki p. Tatum z Dorset Street, w City, wypowie dwanaście odczytów o postępach fizyki; niestety! wstęp na jeden wykład kosztował szylinga. I znowu brat Robert pośpieszył z pomocą: obrońca, serdeczny opiekun, w potrzebie przyjaciel, z trudności wybawca. Pracowicie zdobyte grosze Roberta mądrze zostały wydane: Michał wiedział już wiele, dorozumiewał się więcej; pragnął uczyć się z książek, pragnął uczyć się z faktów; moc w nim drzemiąca nieświadomie domagała się trudu. W lutym r. 1812 zaszło na pozór błahe zdarzenie. Bywalec w sklepie pana Riebau, niejaki p. Dance, byt członkiem Instytucji Królewskiej; domyślając się, jaką radością może obdarzyć samouka (którego lubili wszyscy), zaprowadził go na cztery wykłady sir Humphry'ego Davy'ego. I od tej chwili, zrazu lękliwie, nieznacznie, później uporczywie, zawzięcie, pomimo przykrości, przeszkód i upokorzeń, szare życie popolitego ucznia introligatorskiego, niemal bez jego woli, poczyna torować sobie niespodziewane, fantastyczne koleje. Jak w baśni cudowna królewna, podobnie Prawda, nieśmiertelna Prawda, krasa Stworzenia, czekała uśpioną, aż ją ów młodzian pocałunkiem geniuszu rozbudzi.



CZYTAMY PO ANGIELSKU

Pentaquarks

Pentaquarks are the present interpretation of newly discovered light narrow baryon resonances with a manifestly non-standard content of quarks. Diquark states maybe involved in building them. This discovery is very interesting and under active study but probably does not call for any revolutionary revision of QCD (Quantum Chromodynamics).

Europhysicsnews 35/3, May/June 2004

Dictionary:

pentaquarks – pentakwarki

baryon resonances – rezonanse barionowe

quantum chromodynamics – chromodynamika kwantowa



FIZYKA W INTERNECIE

Zachęcamy do odwiedzenia strony „Fizyka jest zabawą” („Doświadczenie pod choinkę” i „Doświadczenie Hertza”) <http://lab.pap.edu.pl/~zs/zabawy/index.html>

oraz

<http://lab.pap.edu.pl/~rajch/kieliszki/>, gdzie można posłuchać w oryginale dźwięków „szampańskiej muzyki”.



Historia szkoły w Mejszagole (Litwa)

*Genowefa Wierbajtis
Szkoła w Mejszagole*

Z HISTORII SZKOŁY

Ze zbiorowego wykazu szkółek parafialnych w biskupstwie wileńskim dowiadujemy się, że w latach 1781 i 1782 w Mejszagole działała szkółka przykościelna, w której uczyło się 15 dzieci. Wiele wskazuje, że szkółka w Mejszagole działała już wcześniej. Jednak, jak informuje tablica na frontonie gmachu, została założona w 1773 r., a więc minęło ponad 230 lat istnienia obecnej szkoły w Mejszagole.



Historia Mejszagolskiej Szkoły Średniej odzwierciedla wszystkie etapy historyczne zachodzące na Wileńszczyźnie.

W 1773 r. Komisja Edukacji Narodowej powołała do istnienia szkółkę przy parafii, która przetrwała do 1794 r. W latach 1803–1832 należała do Wileńskiego Okręgu Naukowego przy uniwersytecie. Po zlikwidowaniu Wileńskiego Okręgu i zamknięciu uniwersytetu, szkoła przeszła pod nadzór prawosławnego duchowieństwa. W latach 1841–1863 r. znowu była pod opieką Wileńskiego Okręgu, natomiast od 1864 do 1914 nauczanie odbywało się po rosyjsku, tylko religii uczono po polsku. W okresie międzywojennym (1918–1939) następuje rozkwit polskiej szkoły. W 1935 r. wybudowano też typową drewnianą szkołę, która działała jako szkoła siedmioklasowa drugiego stopnia. Szkole nadano imię Adama Mickiewicza, jednak w 1936 r. strawił ją pożar. W latach 1937–1939 wybudowano nową, piętrową szkołę, w której zajęcia lekcyjne odbywały się po polsku. Jednak język wykładowy zmieniał się w zależności od toku historii. Na bardzo krótko w 1940 r. wprowadzono język litewski, ale się nie przyjął, ponieważ nie było ani jednego mieszkańca posługującego się tym językiem. Wileńszczyzna wraz z Litwą została wcielona do byłego ZSRR, a więc po wojnie utworzono rosyjską szkołę, gdyż prawa swe dyktowała ludność napływowa, a to byli przeważnie Rosjanie. Polacy rozproszyli się. Masowe wywózki na Sybir spowodowały zastraszenie pozostałych rdzennych mieszkańców. Niektórzy wyjechali do Polski w ramach repatriacji. Miejscowa ludność nie miała nic do powiedzenia i wszystko się obawiała. Dopiero od 1956 r. zaczęły powstawać polskie klasy, szkoła zaczęła się rozwijać, rosnąć. Od 1957 r. była to szkoła trójjęzyczna: polska, rosyjska, litewska.

Od 1992 r. szkoła nosi nazwę Mejszagolskiej Szkoły Średniej nr 1, która obejmuje pełną średnią szkołę polską i pełną średnią rosyjską szkołę; potocznie zaś zwie się polską szkołą, ponieważ klasy rosyjskie zanikają.

DOBA OBECNA

Obecna szkoła znajduje się przy ulicy Szkolnej (Mokyklos). Składa się z 4 gmachów budowanych i dobudowanych w różnych okresach, toteż i architektura jest bardzo różnorodna. Centralny gmach piętrowej szkoły wybudowano w latach 1937–1939, tuż przed wojną, w ramach akcji „100 szkół dla Wileńszczyzny”. W latach sześćdziesiątych wzniesiono dobudówkę, następnie w 1965 r. wybudowano przy szkole bursę na 120 miejsc dla uczniów z oddalonych miejscowości. Obecnie bursę przekształcono na sale lekcyjne.



W 1996 r. wybudowano szkolną salę gimnastyczną. W starym gmachu szkoły znajduje się aula na 200 miejsc. Szkoła posiada też rozległy stadion: boisko do koszykówki, piłki nożnej, do siatkówki, skocznię w dal, bieżnię lekkoatletyczną.

Obszerna jest również biblioteka, stołówka, szatnia. Szkołę ogrzewa własna kotłownia. Nieźle wyposażona jest pracownia do zajęć praktycznych, są klasy komputerowe, a także pracownie przedmiotowe. Obecnie w szkole uczy się 314 uczniów, pracuje 40 nauczycieli, wśród nich 4 nauczycieli metodyków, 20 starszych nauczycieli, 3 magistrów.

W szkole działają dwie szkoły muzyczne (filia szkoły muzycznej „Lira” oraz niemiecka szkoła akordeonistów). Po lekcjach uczniowie mogą rozwijać swe zdolności w 23 kołach zainteresowań. Działają tu zespół wokalny „Legenda”, zespół tańca ludowego, koło recytatorskie, teatr lalek i inne.

Uczniowie nasi osiągają znaczące wyniki w nauce, biorąc udział w olimpiadach rejonowych i republikańskich. Do olimpiad, konkursów i zawodów fachowo szykują uczniów nauczyciele: A. Aleksandrowicz, J. Rusakewicz, D. Gulbinowicz, M. Gawerska, E. Jaszczanin, G. Wierbajtis. Na republikańskich olimpiadach rejon reprezentowali uczniowie naszej szkoły: B. Śnieżko, A. Wierzbicka, E. Ruskan, D. Laurinawicz, G. Pilecki, I. Stankiewicz, M. Markiewicz, A. Aluk. Absolwenci naszej szkoły studiują prawie na wszystkich wyższych uczelniach Litwy i Polski.

W szkole działa drużyna harcerska „Powstańce” im. Szarych Szeregów.

Od roku szkolnego 2000–2001 rozpoczęto nauczanie profilowane.

Szkoła jest ośrodkiem kultury Mejszagoły. Tu rozwija swą działalność Mejszagołskie Koło ZPL, prezesem którego jest polonistka Anna Aleksandrowicz. Wszystkie zebrania i imprezy kulturalne: Święto Rodzin, Zapusty, Wielkanocne Spotkania odbywają się w auli naszej szkoły.

Zespół „Mejszaganie”, prowadzony przez nauczycielkę muzyki Jasię Mackiewicz, składający się głównie z nauczycielek, swe próby ma również w szkole. Szkoła ściśle współpracuje z rodzicami. Dzień Babci, Dziadka, Matki łączą dane pokolenia i uczą wzajemnego szacunku. Tradycją stają się organizowane pod koniec roku szkolnego spotkania nauczycieli i dyrekcji z rodzicami, na których uczniowie reprezentują swoje artystyczne osiągnięcia.

Utrzymujemy kontakt z placówkami oświatowymi w Polsce: ze Szkołą Podstawową nr 1 w Lublinie, ze szkołami miasta Krotoszyna, Rybnika, Bytomia i z Włoszczową.



Koło Nauczycieli PTF w Zielonej Górze

Ewa Królczyk, Agnieszka Beres

Nasza historia zaczyna się wraz z powstaniem gimnazjum i rozpoczęciem reformy nauczania. Wielu nauczycieli, pomimo organizowanych w szkołach kursów, czuło się niepewnie w nowej rzeczywistości. Na naszych barkach spoczywało mnóstwo nowych obowiązków: szukaliśmy programów, podręczników, musieliśmy odnaleźć się w gąszczu nowych przepisów. Spotkanie w gronie osób, które mają te same problemy, i wspólne szukanie rozwiązań było nam potrzebne i pomocne. Tak powstał Zespół Samokształceniowy, którym kierowała pani Jadwiga Fojt-Jasińska, wieloletnia metodyk i nauczycielka z wielkim doświadczeniem. Zespół liczył 18 osób i byli to nauczyciele z gimnazjów w Zielonej Górze i okolicach. 13 grudnia 2001 r. Zespół przekształcił się w Koło Nauczycieli Zielonogórskiego Oddziału PTF i liczy obecnie 36 członków – nauczycieli gimnazjów i szkół ponadgimnazjalnych z województwa lubuskiego.

Co roku organizujemy dwie imprezy: debata lub spotkanie naukowe i wojewódzki konkurs tematyczny dla uczniów gimnazjum.

Spotkania mają na celu budzenie zainteresowań uczniów naukami przyrodniczymi i fizyką, pozwalają na integracje międzyprzedmiotową. Aby wziąć udział w spotkaniu, uczniowie muszą się do niego przygotować – zgromadzić materiał do dyskusji, zaplanować i przeprowadzić potrzebne doświadczenia, wykonać prace plastyczne czy przygotować przedstawienie. Podczas spotkania dzielą się swoimi osiągnięciami, a właściwie popisują tym, co udało się im przygotować, bo wśród dzieci w tym wieku trudno jeszcze o prawdziwą naukową debatę. Zawsze jednak mogą zobaczyć coś nowego, spotkać się z ciekawymi ludźmi, miło spędzić czas w naukowej atmosferze.

Do tej pory odbyły się trzy spotkania o następującej tematyce: *W poszukiwaniu energii przyjaznej ludziom i środowisku* (kwiecień 2002), *Urządzenia elektryczne w gospodarstwie domowym i zasady bezpieczeństwa* (listopad 2002), *Woda substancją życia* (kwiecień 2004).

Kontynuacją spotkania jest konkurs tematyczny, którego hasło pozostaje w związku z tematem spotkania. Jest on tak pomyślany, aby zgodnie z założeniami reformy oświaty, rozwijał wiedzę i umiejętności uczniów biorących w nim udział. Odbywa się w trzech etapach: I etap – praca teoretyczna; II etap – praca naukowo-badawcza; III etap (finał) – odbywa się na Uniwersytecie Zielonogórskim (UZ), uczestnicy rozwiązują zadania rachunkowe i problemowe oraz prezentują wyniki swoich prac.

I i II etap odbywa się w szkole pod kierownictwem nauczyciela. Ciekawy jest fakt, że do naszego konkursu zgłaszają się również uczniowie niemający uzdolnień matematycznych – wszyscy, którzy mają ochotę trochę poeksperymentować. Udział w finale jest jednocześnie nagrodą dla najlepszych z poszczególnych szkół. Nie bez znaczenia jest, że odbywa się on w gmachu Instytutu Fizyki UZ. Uczniowie mają możliwość spotkać się z profesorami i wykładowcami tej uczelni. Po napisaniu zadań, gdy oczekują na wyniki konkursu, biorą udział w tzw. Spotkaniach z fizyką: zwiedzają pracownie fizyczne na uczelni, uczestniczą w pokazach doświadczeń czy przedstawieniach zorganizowanych przez starszych kolegów – uczniów szkół ponadgimnazjalnych.

Mamy za sobą dwa konkursy: *Wszechobecna energia* (luty 2003) i *Wszystko się porusza* (marzec 2004). Informacje na temat pierwszego konkursu ukazały się w *Postępkach Fizyki* nr 4/2003.

Każdy z nas, nauczycieli, wśród swoich uczniów co roku wyszukuje tych najlepszych. Rozpoczyna działalność kółko fizyczne. Aby uatrakcyjnić te zajęcia, zmobilizować uczniów do lepszej pracy, organizujemy spotkania kółek. Najczęściej na spotkaniu są uczniowie dwóch, trzech szkół, ale były też większe spotkania. W kwietniu 2003 r. spotkaliśmy się w Świebodzinie na powtórce z hydrostatyki, organizowanej pod hasłem „Przez zabawę do nauki”, a rok później w Zielonej Górze spotkali się miłośnicy astronomii.



Debata uczniów na temat energii

Już w pierwszych miesiącach działalności naszego Koła rozpoczęliśmy pracę nad zbiorkiem zadań z fizyki, który pozwoliłby uczniowi gimnazjum przygotować się do egzaminu. Gromadziliśmy zadania, które sami układaliśmy, dokładaliśmy

nowe materiały, wstępy do działów i cieszącą się ogromnym powodzeniem wśród uczniów ściągę z wzorami. Dzisiaj wiemy, że nasz zbiorek nie ukaże się pewnie na rynku i nie stanie się konkurencją dla już dostępnych pozycji. Pracujemy jednak nad nim dalej, bo uważamy, że jest to dobry sposób na doskonalenie własnych umiejętności zadawania pytań, tworzenia zadań adekwatnych do wymagań egzaminacyjnych. W ramach współpracy z Instytutem Fizyki na UZ organizowane są wykłady, na które wstęp mają nauczyciele. Mieliśmy okazję uczestniczyć np. w wykładzie doc. dr. hab. Jerzego Galicy z Instytutu Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu pt. „Atomowe wzorce częstotliwości” czy prof. dr. hab. Ryszarda Krzyminiewskiego z Instytutu Fizyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu pt. „Metody fizyczne w analizie zapisów elektrokardiograficznych”. W tym roku we współpracy z wydawnictwem „Nowa Era” w Warszawie zorganizowaliśmy wycieczkę do Muzeum Techniki w Berlinie. Tematem wycieczki była rola eksperymentu w nauczaniu fizyki, a jej efektem są nasze plany na przyszłość. Do Muzeum Techniki chcemy zawieźć naszych uczniów z kólek fizycznych, ale marzymy też o tym, by eksperyment fizyczny przybliżyć wszystkim dzieciom naszego miasta i okolic. Jak to zrobimy, czas pokaże. Może będzie to Fizyczny Ogródek Jordanowski w naszym mieście? Po wakacjach wracamy do pracy i ruszą ostatnie przygotowania do Roku Fizyki 2005.



Uczestnicy wycieczki do Berlina



Przed szkole Fizyki, Zakopane 2004

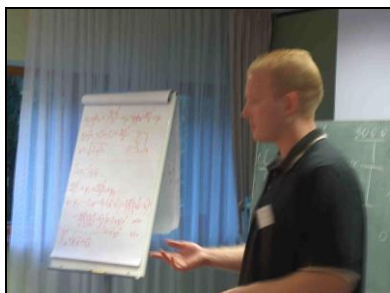
Zofia Gołqb-Meyer

W tym roku, podobnie jak w ubiegłych latach, XLIV Krakowska Szkoła Fizyki Teoretycznej zafundowała młodym uczniom Przed szkole Fizyki. Ojciec Szkoły, Profesor Andrzej Białas, patronuje Przed szkolu i jakimś cudem uzyskuje na Przed szkole fundusze, które wprawdzie nie są małe (noclegi w domu UJ, wyżywienie w „Geovicie”, sala wykładowa), ale w porównaniu z kosztem szkoły zakopiańskiej, a zwłaszcza w konfrontacji ze szlachetnym celem, nie wydają się być wysokie. Aż dziw bierze, czemu inne grupy fizyków przy okazji organizowania konferencji nie idą w ślady krakowskich teoretyków. Wyjątkiem są Zjazdy Fizyków Polskich, które mają zawsze osobny, bogaty program dla młodzieży. Na wyróżnienie szczególnie zasługuje zjazd białostocki.

W Zakopanem jednak mamy do czynienia z inną jakością. Tutaj naczelnym celem jest bezpośredni kontakt uczeń–mistrz oraz danie szansy uczniom na podglądanie tworzenia fizyki.

W tym roku, jak zwykle, w Przed szkolu wzięło udział 22 uczniów pierwszych i drugich klas licealnych. Licealiści są poleceni przez swoich nauczycieli (większość uczniów była z naszej uniwersyteckiej „Piątki”, prócz nich uczennice z Bochni). Pozostali uczniowie – przybyli ze Szczecina, Świnoujścia, Raciborza i Warszawy – to laureaci konkursu „Lwiątko”.

Świetna młodzież, uzdolniona, zapalona do nauki, dobrze wychowana; oryginalna i indywidualiści, którzy potrafili stworzyć zgrany zespół. Uczniom towarzyszyli nauczyciele: dr Adam Smólski (I Społeczne Liceum „Bednarska” w Warszawie, naczelnny redaktor *Fizyki w Szkole*) i dr Dagmara Sokołowska (V LO w Krakowie i IF UJ). Program Przed szkola był mocno upakowany; rano, po południu, a bywało, że i wieczorem, odbywały się zajęcia.



Steve Steinke z Arizony



Uczestnicy Przed szkola

Tradycyjnie wykłady wygłosili znani profesorowie z całego świata, doktoranci oraz sami uczestnicy.

A oto lista wykładów:

1. Prof. W. Busza (MIT, USA), *Kwarki, budowa materii*
2. Prof. J. Rak (Iowa University, USA), *Universe at its Origin*
3. J. Jałocha (IF UJ), *Ewolucja gwiazd* (cykl trzech wykładów)
4. Prof. H. Arodź (IF UJ), *O spontanicznym łamaniu symetrii*
5. Dr A.M. Staśto (IFJ, DESY), *Historia neutrino*
6. Prof. A. Kotański (IF UJ), *Czy istnieje sprawiedliwa ordynacja wyborcza?*
7. Prof. K. Fiałkowski (IF UJ), *W poszukiwaniu granic struktury materii*
8. Prof. M. Karliner (Tel Aviv University), *Pentaquarks*
9. Prof. K. Hicks (Ohio University, USA), *Discovery of the pentaquarks: a new subatomic particle*
10. P. Klimas (doktorant z IF UJ), *Fale grawitacyjne*
11. B. Kinasiewicz (doktorant z IF UJ), *Fizyka w czasoprzestrzeni Minkowskiego i Schwarzschilda*
12. Dr G. Torrieri (University of Arizona, USA), *About quantum physics (O mechanice kwantowej)*
13. Prof. B. Średniawa (IF UJ), *Nauczanie fizyki na UJ w czasie II wojny światowej*
14. Stevens Steinke (doktorant, University of Arizona, USA), *Talk about my high school and about my physics study*

REFERATY uczniów

1. Leszek Horwath, Mateusz Łącki, Paweł Zaborski, V LO w Krakowie, *Prawo Bernoulliego i jego zastosowania*
2. Rafał Pytko, Waldemar Sendor, Piotr Warchoń, V LO w Krakowie, *Przygoda z cząstkami*
3. Jerzy Migda, V LO w Krakowie, *Liczby zespolone*
4. Arkadiusz Biczewski, Jarosław Głowacki, Agata Polaczek, V LO w Krakowie, *O prędkości światła*
5. Piotr Michoński, Szymon Murawski, Marcin Stańczyk, LO w Świnoujściu, *Dlaczego muszla szumi? (z demonstracjami)*
6. Rafał Biernat, Tomasz Kapłoniak, Alicja Konieczny, V LO w Krakowie, *Co to jest plazma? (z demonstracjami)*

Jak widać, jednym z wiodących tematów była struktura materii, kwarki, model standardowy oraz pentakwarki. Uczniowie mieli okazję zapoznać się ze zdaniem specjalistów na temat niesłychanie gorący, a mianowicie eksperymentalnego odkrycia pentakwarku. *Nota bene*, kilkanaście lat temu istnienie pentakwarków

zostało przewidziane teoretycznie przez krakowskiego fizyka – Michała Praszałowicza. Obecnie Maciej Nowak i Mariusz Sadzikowski przedstawiają propozycje kolejnych obiektów związanych z pentakwarkami, a mianowicie dublerów chiralnych. Gdyby zostało potwierdzone to odkrycie, byłby to powód do dumy dla krakowskich fizyków. Asystowanie przy nowym odkryciu to nie lada gratka dla młodych ludzi.

Fizyka neutrina też zajmowała sporo miejsca w programie przedszkola, wraz z jej powiązaniem z astrofizyką.

Nieco odmienny w charakterze wykład, wspomnienia nestora krakowskich teoretyków, profesora Bronisława Średniawy, wzbudził duże zainteresowanie i uczniów i doktorantów, zresztą podobnie jak „wyznania” amerykańskiego studenta Steve’a.

Niewątpliwy sukces przedszkola potwierdza, że nie istnieje nic lepszego niż bezpośredni kontakt mistrz–uczeń oraz że nie ma ucieczki od starej, sprawdzonej, a ostatnio wyśmiewanej (aczkolwiek często słusznie krytykowanej) metody „kreda i tablica”. Wszystko zależy od tego, kto się tą kredą i tablicą posługuje.

Wysoką ocenę należy wystawić prezentacjom uczniów. Stały na wysokim merytorycznym poziomie, a sposób użycia komputera (prezentacje w programie Power Point) udowadnia nieubłagane wejście multimediiów do powszechnego użycia już na poziomie szkolnym.



Nagroda – małpka – przypadła uczniowi Mateuszowi Łąckiemu z V LO w Krakowie



Wykład uczniów

W czasie trwania przedszkola uczestnicy (podobnie jak niektórzy uczestnicy Szkoły) zmagali się z zadaniem konkursowym „Lwiątko” z małpą. Dr Adam Smólski ogłosił konkurs na zadanie z małpą. Wygrał go uczeń V LO, Mateusz Łącki.



360 minut z Wenus

Lucyna Gut

Zespół Szkół w Libiążu

8 dzień czerwca br. był prawdziwym świętem astronomii! Po raz pierwszy żyjący obecnie mogli zaobserwować przejście planety Wenus na tle tarczy Słońca. W wielu miejscach na świecie, a szczególnie w Europie, wycelowano w niebo teleskopy, lunety, lornetki i oczy uzbrojone we wszelkiego rodzaju filtry.

Obserwację zjawiska przeprowadzono także w Libiążu, na boisku Zespołu Szkół. Organizatorami pokazu byli członkowie i sympatycy szkolnego koła astronomicznego DENEb.

Do oglądania zjawiska wykorzystaliśmy 4 teleskopy: dwa MTO 100/2000 mm powiększenie 40× z filtrem chromowym, teleskop Newtona 120/900 mm powiększenie 40× i 80× z filtrem mylarowym oraz teleskop Newtona 150/900 mm w projekcji. Robiliśmy również zdjęcia zjawiska aparatem Exakta.

Przejście planety zobaczyło ponad 500 osób – uczniów Zespołu Szkół, ich rodziców, a także wielu mieszkańców Libiąża. W ten sposób zrealizowaliśmy jeden z założonych przez nas celów: spopularyzowanie działalności koła DENEb w środowisku (koło w naszej szkole działa od tego roku szkolnego).

Zorganizowanie pokazu wiązało się również z wcześniejszym zgłoszeniem koła do Programu VT-2004. Naszym zadaniem było przeprowadzenie pomiarów czasu przejścia Wenus na tle tarczy Słońca. Z powodu zachmurzenia nie udało nam się zmierzyć czasów I i II kontaktu. Na podstawie pomiarów czasu III i IV kontaktu teleskopem Newtona 120/900 mm przy powiększeniu 80× i po przesłaniu danych przez Internet do centrum akcji w Paryżu okazało się, że 1 AU (Astronomical Unit) udało nam się wyznaczyć z błędem 0,231%. Dla naszego pomiaru 1 AU wynosi 149 251 990 km.

Obserwacje przejścia były poprzedzone lekcjami fizyki, na których uczniowie poznawali istotę zjawiska, przygotowywali modele, dzięki którym mogli zrozumieć, dlaczego przejście Wenus zdarza się tak rzadko. To pomogło w późniejszym odbiorze zjawiska.

Udział w Programie VT-2004 i pokaz zorganizowała Lucyna Gut.

Teleskopów¹ użyczyli: pan Tadeusz Szufa i Lucyna Gut.

¹ Pani Lucyna Gut wygrała teleskop firmy Universal w konkursie astronomicznym Radia Katowice w 2003 r.

Pokaz prowadzili: Lucyna Gut, Tadeusz Szufa oraz uczniowie: Darek Majcherczyk, Piotr Rączka, Marcin Małkus, Krzysztof Basza, Sebastian Błazenek, Paweł Sapalski, Paweł Kasicki, Adrian Sadownik, Darek Paliwoda, Wojtek Matyjek.





KOMUNIKAT

Przejście Wenus przez tarczę Słońca

Europejski Program VT-2004

Klub Astronomiczno-Fizyczny XX LO w Krakowie (opiekun mgr inż. Alfred Data) nadesłał zdjęcia wykonane dnia 8 czerwca 2004 r. w ramach Europejskiego Programu VT-2004 – Przejście Wenus przez tarczę Słońca.





Perseidy 2004

Marcin Dohnalik

Uczeń III klasy Gimnazjum nr 15 w Krakowie

W tym roku od 3 do 15 sierpnia odbył się obóz o nazwie „PERSEIDY 2004”, organizowany przez Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne (MOA) w Niepołomicach. Miejsce postanowiono wybrać z dala od jakichkolwiek miast, światła i zanieczyszczeń, a także połączyć rozrywkę z obserwacjami. Dlatego nasza kwatery była na Mazurach, koło Grunwaldu, w małej miejscowości Lewańd Wielki. Ponieważ potrzebne nam było ciemne niebo, znaleźliśmy się w ośrodku wczasowym „Lajkonik”, oddalonym o 2 km od najbliższych światła.

Głównym programem obozu były rzecz jasna nocne obserwacje nieba. Ale nie tylko. Mieliśmy dwie godziny wykładów dziennie i dużo rozrywki. Kiedy była pogoda, rano i po południu chodziliśmy nad pobliskie jeziora. Na pierwszym, mniejszym pływaliliśmy w pływ, a na drugim mieliśmy dwie omegi (żaglówki) oraz pięć dwuosobowych kajaków ze sprzętem. Zarówno na kajakach jak i zwłaszcza na omegach właściciel ośrodka służył nam fachowym instruktorem. Po powrocie z kajaków też nie mogliśmy się nudzić. Do naszej dyspozycji były boiska do piłki nożnej, siatkówki oraz rozległe tereny trawiaste. W końcu po kolacji, kiedy robiło się ciemno, rozpoczynały się zajęcia obserwacyjne. Nie były one obowiązkowe, kto chciał, mógł iść spać, no ale nie po to przyjechalibyśmy tak daleko.



Mieliśmy kilka dobrej jakości teleskopów. Każdy wybierał sobie jeden i obserwował, co chciał. Nie było obowiązkowego planu, jednak nasi nauczyciele służyli dobrymi radami i pomagali znaleźć odpowiednie i ciekawe obiekty. Zwykle najpierw szukaliśmy ich na mapce nieba w komputerze, a później próbowaliśmy

odszukać je w praktyce. Niektórzy robili zdjęcia do referatu na konkurs astronomiczny. Tylko na tym obozie mieli do tego możliwości.



W końcu zdarzali się także ci, którzy obserwowali niebo bez teleskopów dla samej przyjemności.

No i przyszła ta pamiętna noc. Głównym celem naszego obozu były obserwacje meteorów – Perseidów – i zrobienie im zdjęć. Dlatego też w nocy jedenastego sierpnia, podczas maksimum tego roju meteorów, przygotowaliśmy około sześciu stanowisk z aparatami oraz dwa przeznaczone do triangulacji (chcieliśmy zmierzyć wysokość spalania meteorów). I tak wszyscy z aparatami robili zdjęcia, a niektórzy liczyli meteory pojawiające się na niebie.

Z góry muszę ostrzec przed wielkim niebezpieczeństwem związanym z tym obozem: otóż można się stać zapalonym miłośnikiem astronomii! Tak jak mój kolega. Teraz, kiedy spojrzy na niebo, zamiast zachwycić się piękną pogodą, patrzy tylko, czy nie ma chmur i czy będzie mógł wieczorem poobserwować niebo przez swój teleskop. Może nie należy tego jednak uznawać za niebezpieczeństwo...

Kierownikiem obozu był mgr Grzegorz Sęk, normalnie prowadzący obserwacje w MOA, zawsze służący radą i pomysłami.

Podsumowując: był to świetny obóz nie tylko pod względem astronomii, ale także ze względu na wspaniałym, aktywnym wypoczynkiem w pięknym miejscu. Wszyscy jego uczestnicy chcą w nim wziąć udział także w przyszłym roku.



Wizyta w Pradze

*Krystyna Raczkowska-Tomczak
Publiczne Gimnazjum nr 2 w Opolu*

Redakcja Wydawnictw Szkolnych i Pedagogicznych ogłosiła w roku szkolnym 2003/2004 konkurs na scenariusz lekcji dla nauczycieli wszystkich przedmiotów.

Temat konkursu dla nauczycieli fizyki brzmiał: „Literatura popularnonaukowa inspiracją dla nauczyciela fizyki”. Główną nagrodą w konkursie była czterodniowa wycieczka do Pragi, która odbyła się w dniach 3–6 czerwca.

Wszyscy razem spotkaliśmy się dopiero w Katowicach. Większa część grupy wyjeżdżała z Warszawy. Wśród laureatów były nauczycielki: wychowania przedszkolnego, nauczania zintegrowanego, języka polskiego, historii, geografii, biologii, matematyki i fizyki oraz organizatorzy – czyli pracownicy redakcji.

Plan wycieczki był bogaty i napięty. W pierwszym dniu dojechaliśmy na Morawy. Drugi dzień zaczęliśmy od wizyty w szkole podstawowej w Hodoninie. Zostaliśmy tam ciepło przyjęci. Tylko pozazdrościć: sala gimnastyczna, sala taneczna z lustrzaną ścianą, boiska sportowe, piękne duże korytarze, pracownie i laboratoria. Uczestniczyliśmy w lekcjach prowadzonych przez czeskich nauczycieli. Po rozstaniu z gospodarzami zwiedzaliśmy Jaskinię Katerińską (zdjęcie obok) i spacerowaliśmy po górach. Następnym punktem programu naszego wspólnego wypadu było zwiedzanie Brna. Humory dopisywały, mimo że ocieraliśmy się o deszcz.



Kolejny dzień to Praga. Urocza i stara, z pięknymi zabytkami, których nie można zapomnieć. Zwiedzaliśmy ją cały dzień i... pół nocy. Nasz pilot, proponując zwiedzanie stolicy Czech nocą, nie przypuszczał, że wszyscy stawimy się w komplecie. Zmęczeni, ale zadowoleni, wróciliśmy na kilka chwil do hotelu, by rano wyruszyć w drogę powrotną.

Cała wycieczka upływała w życzliwej, wesołej i miłej atmosferze. Wymienialiśmy się doświadczeniami i pomysłami. Nawiązały się nowe przyjaźnie. Mamy wspólne filologiczno-fizyczne plany na przyszłość. Cel – integracja międzyprzedmiotowa – został zrealizowany w najszerszym tego słowa znaczeniu. Dziękujemy Wydawnictwu za pomysł konkursu i wycieczkę.



KOMUNIKAT

2005 – ŚWIATOWY ROK FIZYKI

Zapraszamy gimnazja, licea, licea profilowane i technika do udziału w
Polsko-Ukraińskim Konkursie Fizycznym

LWIĄTKO 2005

<http://slo.bednarska.edu.pl/lwiatko>

Konkurs zostanie przeprowadzony 4 kwietnia 2005.

Szkoły mogą zgłosić uczestników najpóźniej do 15 lutego 2005. Zachęcamy do dokonania zgłoszenia za pomocą formularza na ww. stronie internetowej. Możliwe jest także przesłanie zgłoszenia według poniższego wzoru, pocztą na adres:

I Społeczne Liceum Ogólnokształcące, ul Bednarska 2/4, 00-310 Warszawa

Prosimy o nieprzesyłanie zgłoszeń faksem ani mailem.

Lista zgłoszonych szkół będzie widoczna na ww. stronie internetowej (bez liczb uczestników i danych osobowych). Wszelkich informacji udzielamy pod telefonem 0-660 248 617.

Opłata konkursowa wynosi 5 zł od uczestnika. Prosimy o dokonanie zbiorczej wpłaty na konto:

Towarzystwo Przyjaciół I SLO, ul. Bednarska 2/4, 00-310 Warszawa
BRE BANK S.A. O/w Warszawie, 48 1140 1010 0000 2557 1000 1001

Prosimy dopilnować, aby w rubryce „tytuł wpłaty” lub „wpłacający” znalazły się dokładne dane szkoły oraz dopisek „LWIĄTKO 2005”.

W wypadku przesyłania zgłoszenia pocztą prosimy o załączenie kopii dowodu wpłaty.

Wzór zgłoszenia szkoły do udziału w Polsko-Ukraińskim Konkursie Fizycznym LWIAŹTKO 2005

nazwa szkoły

kod pocztowy

poczta

(miejscowość) ulica, numer

imię i nazwisko nauczyciela odpowiedzialnego za organizację konkursu e-mail (nieobowiązkowo)

imię i nazwisko dyrektora szkoły

telefon szkoły (z prefiksem)

liczba uczestników (prosimy wpisać zero, gdy na którymś poziomie nie są zgłaszani):

klasa 1–2 gim.

klasa 3 gim.

klasa I lic. i tech.

klasa II lic. i tech.

klasa III lic., III i IV tech.

.....

podpis

KOMUNIKAT**First Step to Nobel Prize in Physics
2003/2004***Waldemar Gorzkowski¹***Pierwszy krok ku Nagrodzie Nobla z fizyki 2003/2004**

Na stronie internetowej można znaleźć pełne sprawozdanie i wyniki z XII edycji konkursu „First Step to Nobel Prize in Physics”. Podajemy listę sześciu laureatów i tytuły ich prac:

- * Nikolay Atanasov HADZHIEV (Bulgaria)
Calculating Equilibrium Configurations of Particles on a Spherical Surface
- * Jakub KOMINIARCZUK² (Great Britain)
Extensive Studies of a String Telephone
- * Septinus George SAA (Indonesia)
Infinite Trigonal and Hexagonal Networks of Identical Resistors
- * Kana TSUMURA (Japan)
Why Does a Metal Become so Hot in the Sunlight
- * Agata KARSKA (Poland)
The History of Discovering and Exploring BD+14 °5016 Eclipsing Contact Binary
- * Yuriy Vladimirovich VOROBIEV (Russia)
High Surge Voltage Generator and Time Measurement of the Development of Two Types of Electric Discharge in Humid Air Depending on Pressure

¹ e-mail: gorzk@ifpan.edu.pl (this e-mail is always active, even during stay in abroad)

² Polish citizen who in 2003/2004 attended a high school in Great Britain

KOMUNIKAT**Rozstrzygnięcie ogólnopolskiego konkursu
fizyczno-fotograficznego
„Zjawiska fizyczne wokół nas”**

Młodzieżowy Dom Kultury, Wieluń

Rozstrzygnięty został II ogólnopolski konkurs fizyczno-fotograficzny „Zjawiska fizyczne wokół nas”, zorganizowany przez Młodzieżowy Dom Kultury w Wieluniu oraz Koło Młodych Fizyków przy MDK.

Na konkurs napłynęło łącznie 396 fotografii. Najwięcej prac nadesłali uczniowie z Krakowa, Bochni i Gdańska.

Komisja konkursowa, której przewodniczyła p. Zenona Stojęcka (nauczycielka fizyki w I Liceum Ogólnokształcącym im. T. Kościuszki w Wieluniu), oceniała nadesłane zdjęcia w dwóch kategoriach: „obserwacje” oraz „eksperyment fizyczny”.

W kategorii „obserwacje” nagrody przyznano:

1. Kamila Szymczak – Publiczne Gimnazjum nr 41 w Łodzi
2. Monika Sobieszczyk – I Liceum Ogólnokształcące im. Króla Kazimierza Wielkiego w Bochni
3. Praca zbiorowa – Młodzieżowe Obserwatorium Astronomiczne w Niepołomicach
4. Beata Kropiwinicka – Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 5 im. Nauczycieli Tajnego Nauczania w Białymstoku
5. Karolina Tytrowa – I Liceum Ogólnokształcące im. Króla Kazimierza Wielkiego w Bochni
6. Joanna Longa – I Liceum Ogólnokształcące im. Króla Kazimierza Wielkiego w Bochni
7. Dominik Dziad – I Liceum Ogólnokształcące im. Króla Kazimierza Wielkiego w Bochni
8. Mariusz Mulka – Zespół Szkół Mechaniczno-Elektrycznych w Trzebini
9. Bartłomiej Zawada – Młodzieżowy Dom Kultury w Wieluniu

W kategorii „eksperyment fizyczny” nagrody otrzymali:

1. Martyna Ulewicz – Zespół Kształcenia Podstawowego i Gimnazjalnego nr 6 w Gdańsku
2. Beata Sępa – Gimnazjum nr 9 w Krakowie

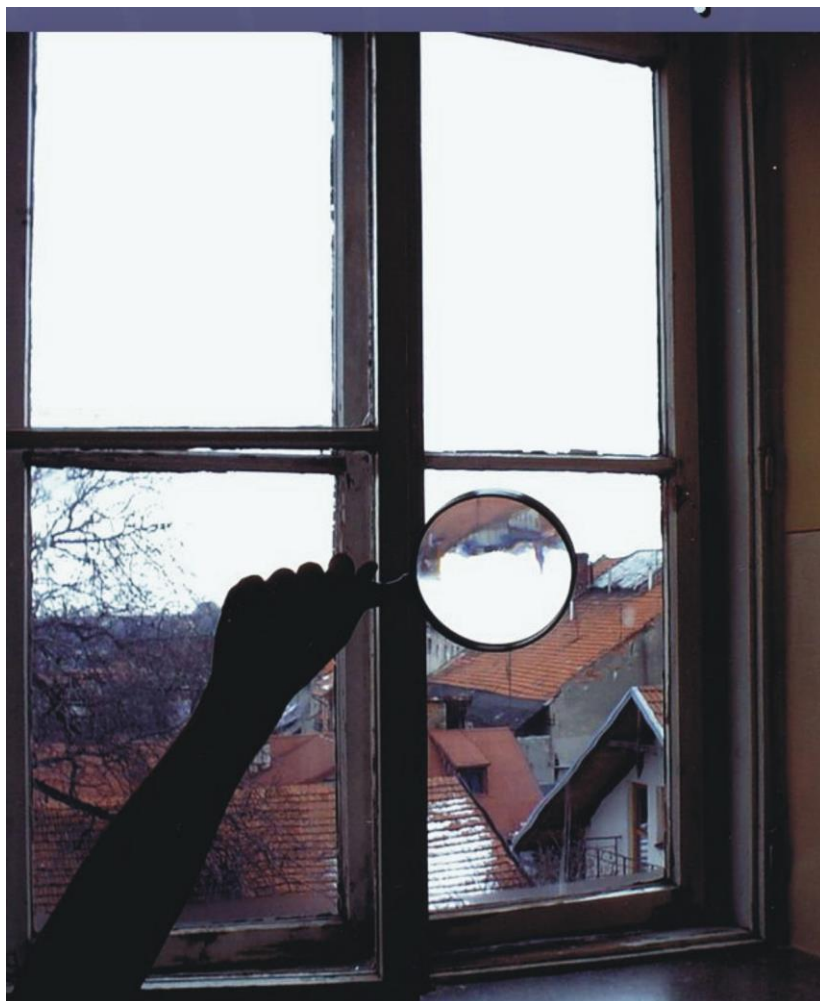
3. Katarzyna Karpierz – Społeczne Gimnazjum nr 7 im. Juliusza Słowackiego, Społeczne Towarzystwo Oświatowe w Krakowie
4. Michał Posowicz – Społeczne Gimnazjum nr 7 im. Juliusza Słowackiego, Społeczne Towarzystwo Oświatowe w Krakowie
5. Karol Paciorek – I Liceum Ogólnokształcące im. Króla Kazimierza Wielkiego w Bochni
6. Wiktor Borowski – I Liceum Ogólnokształcące im. Króla Kazimierza Wielkiego w Bochni
7. Anna Waszczyszyn – Gimnazjum nr 9 w Krakowie
8. Piotr Barański, Maciej Suski – III Społeczne Liceum Ogólnokształcące im. Juliusza Słowackiego, Społeczne Towarzystwo Oświatowe w Krakowie
9. Anna Żurawska – Publiczne Gimnazjum nr 1 im. Akademii Krakowskiej w Jerzmanowicach
10. Magdalena Potecka – Liceum Ogólnokształcące z Oddziałem Integracyjnym im. Mieszka I w Świnoujściu

Ponadto komisja postanowiła **wyróżnić** fotografie następujących uczniów:

1. Szczepan Białczak – Gimnazjum nr 3 w Wieluniu
2. Robert Jakub Ołtarzewski – VIII Liceum Ogólnokształcące w Białymstoku
3. Anna Kozar – Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 23 w Katowicach
4. Maria Sedlek – XXXI Liceum Ogólnokształcące w Krakowie
5. Stanisław Krycki – Liceum Ogólnokształcące im. Zasłużonych Ludzi Morza w Gdyni
6. Klasa Ia – I Akademickie Liceum Ogólnokształcące im. J. Słowackiego ze Skarżyska-Kamiennej
7. Robert Drewicz – Publiczne Gimnazjum w Osjakowie
8. Artur Maciński – Gimnazjum nr 1 w Wieluniu, MDK w Wieluniu
9. Łukasz Maj – Zespół Szkół Ogólnokształcących, III LO im. S. Żeromskiego w Bielsku-Białej
10. Curyl Mateusz – MDK Świdnica
11. Marcin Kopeć – Gimnazjum Sióstr Prezentek im. Jana Pawła II w Rzeszowie

Stwierdzamy, iż wzrósł poziom prac nadesłanych na konkurs oraz zainteresowanie konkursem. Młodzież poszukuje ciekawych tematów, eksperymentuje, właściwie dostrzega zjawiska zachodzące w otaczającym nas środowisku.

Informujemy ponadto, że wszystkie prace nagrodzone i wyróżnione zostały zeskanowane i posłużą jako materiał dydaktyczny dla członków Koła Młodych Fizyków oraz uczestników tradycyjnego, feryjnego Turnieju Młodych Fizyków, organizowanego przez Młodzieżowy Dom Kultury w Wieluniu.



Soczewka skupiająca – autor Karol Paciorek

KOMUNIKAT

**OFICYNA EDUKACYJNA
KRZYSZTOF PAZDRO Sp. z o.o.**

ogłasza pierwszą edycję
Konkursu Autorskiego
na program nauczania
i podręcznik fizyki do gimnazjum

NAGRODA 100 000 ZŁ

Niezależna od honorariów autorskich!
Zabezpieczona przed dewaluacją!

Regulamin konkursu
www.pazdro.com.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 2004/2005 w **środy o 16⁰⁰** w Instytucie Fizyki UJ odbywać się będą wykłady i pokazy dla młodzieży szkół średnich, jak również dla gimnazjów.

Tytuły i terminy można znaleźć na stronie internetowej:

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

27 X 2004 – mgr Adam Starnawski, *Doświadczenia z optyki* (dla gimnazjum)

Pracownia Pokazów Fizycznych w IF UJ informuje, że może organizować płatne pokazy demonstracji fizycznych na uzgodnione ze szkołami tematy. Koszt pokazu rozkłada się na uczestniczące szkoły. Kontakt: **Pracownia Pokazów Fizycznych, dr Marek Gołąb, tel. 632-48-88 w. 5504.**

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

NADZIEJA FIZYKI

Lwięta (licealiści)
z opiekunem dr A. Smólskim
w Zakopanem



Laureatka
Olimpiady Fizycznej
– Magdalena Gulewicz
(fot. Ł. Badowski)



Lwiątko gimnazjalne
– Marcin Dohnalik