

Fizyka i zabawki – obrazki z wystawy

Grzegorz Karwasz

*Instytut Fizyki, Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Słupsk
oraz Istituto Nazionale per la Fisica della Materia, Dipartimento di Fisica, Trento, Włochy*

Nihil novi

Muzea naukowe w wielu krajach przodujących w postępie naukowym są sprawdzoną metodą popularyzacji nauki i uzupełnienia tradycyjnych środków dydaktycznych. Można tu wymienić amerykańskie Science Cities (San Francisco) czy ośrodki europejskie, jak Monachium, Paryż, Eindhoven. Są to prawdziwe fabryki wiedzy, w których tylko opisane doświadczenia zajmują spore tomy, tzw. Cookie Books (zresztą zazwyczaj trudne do zdobycia). Czasopisma naukowe, jak *Scientific American*, rezerwują specjalne działy dla autorów prostych doświadczeń fizycznych.

Organizując wystawę „Fizyka zabawek”, częściowo w ramach grantu KBN, częściowo w ramach programu polsko-włoskiej współpracy naukowej, natrafiłem na wielu entuzjastów pomysłu (tu należy wymienić profesorów H. Wrembla, K. Ernsta, A. Maziewskiego i redakcję *Wiedzy i Życia*), ale również na licznych malkontentów. „Jaki sens ma sprowadzanie eksponatów z zagranicy, jeśli wiele z nich, jak młynek Crookesa, jest od lat na wyposażeniu uczelni?” (tylko kto to pamięta, dlaczego kręci się on „pod światło”?). Jeżeli chce się zobaczyć prawdziwe muzeum nauki, trzeba się wybrać do... – całymi dniami można tam chodzić i...” (naciskać guziki – przypisek autora). Tymczasem wystawa zorganizowana dość skromnymi środkami, głównie przy zaangażowaniu młodych asystentów (Słupsk), studentów (Warszawa), a nawet licealistów (Białystok), zgromadziła w każdej edycji po kilka tysięcy zwiedzających.

Proste jest piękne

Impreza, zaprojektowana przez prof. Zanettiego z Uniwersytetu w Trydencie, odnosi sukcesy w kraju i za granicą dzięki kilku unikalnym cechom. Po pierwsze, dzięki prostocie eksponatów: wszystkie przedmioty są do nabycia w sklepach z pamiątkami (gadżetami) lub możliwe do wykonania prostymi metodami. Włoskie INFN (w randze naszego PTF) poświęca popularyzacji nauki specjalne sesje i wystawy w ramach swych dorocznych kongresów [1]. Budowane są skomplikowane urządzenia, jak np. model hydrauliczny tranzystora lub wanny elektrolityczne sprzężone z oscyloskopami cyfrowymi do obserwacji interferencji drgań mechanicznych. Żadne jednak

z tych doświadczeń nie daje tak bezpośredniego wglądu w fizykę, jak wahający się pisak (harmonograf) [2] lub kilka płytek metalowych podłączonych do woltomierza (do badania potencjałów elektrolitycznych). Eksponaty, stosunkowo niedrogie i dostępne w sprzedaży wysyłkowej [3], nie tylko cechują się dużą zawartością know-how naukowego, ale odpowiadają również współczesnym kanonom estetyki i marketingu.

Drugą unikalną cechą „wystawy Zanettiego” jest możliwość dotknięcia prawie wszystkich eksponatów. Na ogół wiadomo, że ciało ludzkie jest dobrym przewodnikiem prądu. Sposobność położenia dłoni na różnych metalach (aluminium, stal, stal nierdzewna) umożliwia jednak wiele wariantów eksperymentu: czy ręce są wilgotne, czy metal jest utleniony, czy siła elektromotoryczna pozostaje stała. W wielu przypadkach możliwość dotknięcia eksponatów na wystawie jest tylko pozorna – te łatwo ginące lub tłużliwe (termometr Galileusza, kula plazmowa [2]) są poza zasięgiem ręki, jakby przez przypadek.

I wreszcie podstawowym elementem sukcesu jest drobniagowe przygotowanie się osób oprowadzających. Zabawki są podzielone w 4–5 działów. Opis każdego z eksponatów jest sam w sobie minireferatem popularnonaukowym. Większość zwiedzających niewiele pamięta z wystawy – dla studentów, szczególnie kierunków pedagogicznych, jest to natomiast ważne doświadczenie dydaktyczne.

Kwarki czy skwarki

Splycenie programów nauczania oraz ograniczenie znaczenia fizyki jako przedmiotu kształtującego umiejętności dedukcyjno-eksperymentalne ucznia nie wynika tylko z przeprowadzanych reform szkolnictwa. Jest to w dużej mierze proces nieodwracalny, związany z obecnym etapem postępu naukowego w skali światowej i kryzysem państwa jako odbiorcy technologii. Nagromadzenie się faktografii jest obecnie w innych dziedzinach naukowych znacznie szybsze niż w fizyce. Tym bardziej rodzi się konieczność sięgania po niestandardowe metody nauczania, „multimedialne”, „kompaktowe”, łatwe do rozpowszechnienia i dające uczniowi sposobność wykazania własnej inwencji.

Możliwość wykonania doświadczenia za pomocą prostych, „niezawodnych” przedmiotów spotka się też

ze sporym zainteresowaniem nauczycieli. W warunkach szkolnych ustawienie wanny elektrolitycznej, nawet z wykorzystaniem gotowych zestawów [4], jest często niemożliwe z banalnych powodów bhp, organizacyjnych, czasowych. Nie do końca zdefiniowane programy kształcenia nauczycieli też nie sprzyjają nauczaniu fizyki. (Tu, jako rodzic, który przeszedł cały cykl włoskiego 3-letniego gimnazjum, a później liceum, gdzie nauczycielami są zazwyczaj „przyrodnicy”, mógłbym wiele opowiedzieć).

Zderzenie dwóch spadających piłek [5], dokonujące się w trzech wymiarach, w dużej mierze w sposób nieprzewidywalny, daje bardziej poglądowy obraz pędu jako wektora niż zderzenia kul bilardowych lub obliczenia. Większe zainteresowanie budzą przykłady (pozornego) łamania praw przyrody – stożki wtaczające się pod górę, ptaszki wiszące na dziobach, niestrudzone dzięcioły [6], wieczne spragnione kaczki [7] – niż ugruntowane zasady zachowania. Oferta dydaktyczna fizyki musi być interesująca, tak aby skutecznie konkurować z innymi dziedzinami w dziale przedmiotowym „nauki przyrodnicze”. W przeciwnym razie, siłą rzeczy, skwarki wyprą kwarki, a glony – gluony.

Naukowe kręcenie bąków

Wbrew pozorom, działanie wielu zabawek: niesymetrycznych czófenek [1,8], kręcących się tylko w jedną stronę, niezbyt foremnych bąków [9], lewitronów [10], nie jest wcale takie proste do wytłumaczenia. Ich analiza wymaga skomplikowanych obliczeń numerycznych dynamiki ciała stałego w obecności niezbyt dokładnie określonych sił i momentów zewnętrznych (grawitacji, siły tarcia). Odwracający się bąk [5,9] budzi zainteresowanie chemików kwantowych: pojęcia stanów metastabilnych, oddziaływań perturbacyjnych, nie przecinających się krzywych potencjałów (avoided crossing), przy odrobinie fantazji wykładowcy mogą być wprowadzone za pomocą wirujących bąków. Lewitron, układ czterech magnesów stałych, nie zapewniłby stabilności zawieszenia w powietrzu piętego magnesu, o ile nie byłby on stabilizowany obrotem – podobnie jak w pułapce atomowej Paula [11].

Kula plazmowa służyć może wyjaśnieniu szeregu zagadnień, z których najbardziej obrazowe jest prawo Gaussa: sznury plazmy jako linie pola elektrycznego wokół ładunku punktowego. W rzeczywistości wyładowanie w plazmie pod średnim ciśnieniem jest rzadko badane, a sznury plazmowe mogą same w sobie stanowić falowody [12]. Kolor wyładowania jest z kolei określony przez dobór gazu wypełniającego (azot?) oraz lokalną (nierównowagową) temperaturę plazmy. Zapalenie się neonówki w pobliżu kuli to dowód na propagację fal elektromagnetycznych, ekranowanie tej propagacji przez tkankę biologiczną to ostrzeżenie przed nadużywaniem telefonii komórkowej itd.

Żarówka energooszczędna plus płyta CD to prosty spektrometr [13,14]. W zależności od wieku i przygoto-

wania słuchaczy może służyć na dowód, że światło białe jest złożeniem różnych barw, że płyta jest siatką dyfrakcyjną, że przejścia emisyjne w atomie są skwantowane, że lampy sodowe zawierają domieszkę par rtęci, że w niebieskim kolorze bezchmurnego nieba jest sporo koloru czerwonego (nietyczne, niskoenergetyczne przejścia elektronowe w cząsteczkowym tlenie [15]). Plastikowa okładka tej płyty może natomiast ilustrować zasadę rozpraszania Rayleigha w atmosferze (światło nieba jest spolaryzowane) i naprężenia w polimerach.

A celtycki amulet prawie symetryczny? To niezbitą dowód, że mała asymetria ładunkowo-przestrzenna (CP) [16] przy zachowaniu symetrii CPT [17] może być wystarczającym powodem, że czas kręci się tylko naprzód, a my się w nim starzejemy.

Literatura

- [1] <http://www.infm.it>.
- [2] <http://www.wsp.slupsk.pl>.
- [3] <http://www.stark-verlag.de> (Physik Boutique), <http://www.natura-co.it>.
- [4] <http://www.pasco.com> (Pasco), <http://www.edsci.com> (Edmund Scientific).
- [5] G. Karwasz, T. Wróblewski, „Czy świat się kręci w prawo?”, *Foton*, w przygotowaniu.
- [6] W. Niedzicki, „Fizyka zabawek”, wideo VHS (Ambernet, Warszawa 1999).
- [7] K. Ernst, „Wiecznie spragniony ptak”, *Wiedza i Życie*, wrzesień 1998, s. 52.
- [8] J. Walker, „The mysterious 'rattleback': a stone that spins in one direction and then reverses”, *Sci. Am.*, October 1979, s. 148.
- [9] W. Zanetti, „Trottola che si ribalta”, *La Fisica nella Scuola*, XXVI, 4 Supplemento Q4 (1993), s. 45.
- [10] R.F. Gans, T.B. Jones, M. Washizu, „Dynamics of Levitron”, *J. Phys. D* **31**, 671 (1998).
- [11] C. Townsend, W. Ketterle, S. Stringari, „Kondensacja Bosego-Einsteina”, *Postępy Fizyki* **48**, 333 (1997).
- [12] Z. Zakrzewski, „Conditions of existence and axial structure of long microwave discharges sustained by travelling waves”, *J. Phys. D* **16**, 171 (1983).
- [13] D. Pliszka, T. Wróblewski, M. Brozis, G. Karwasz, „Proste doświadczenia ze źródłami światła”, *Fizyka w Szkole* (1999), w druku.
- [14] V. Zanetti, J. Harris, „Spectra of Three Light Sources with a CD”, *Phys. Teach.* **31**, 82 (1993).
- [15] A. Zecca, G.P. Karwasz, R.S. Brusa, „One century of experiments on electron-atom and molecule scattering”, *Nuovo Cimento* **19**, nr 3, 1 (1996).
- [16] A. Angelopoulos i in., „A determination of the CPT violation parameter $\text{Re}(\delta)$ from the semileptonic decay of strangeness-tagged neutral kaons”, *Phys. Lett.* **B444**, 52 (1998).
- [17] F. Abe i in., „Measurements of the CP-Violation Parameter $\sin(2\beta)$ in $B_d^0/\bar{B}_d^0 \rightarrow J/\psi K_S^0$ Decays”, *Phys. Rev. Lett.* **81**, 5513 (1998).