

7.3. Szkolne laboratoria fizyczne, Gdańsk 2003

Wystawa „Fizyka zabawek” już w 1998 roku została szczegółowo opisana w materiałach internetowych Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Słupsku. Przyczyniło się to zasadniczo do szybkiego rozpowszechnienia idei prostych eksponatów do interaktywnego nauczania fizyki. Po pierwszych edycjach w 1998 i 1999 roku w Słupsku, Warszawie i Białymstoku pojawiły się podobne edycje interaktywne i internetowe – wystawiennicze na Festiwalach Nauki Uniwersytetu Warszawskiego, internetowe w Szczecinie, zaadoptowane przez Koło Naukowe Fizyki Uniwersytetu Szczecińskiego, sceniczne w Katowicach w Pałacu Młodzieży i w wielu innych miejscach. Zabawki fizyczne zostały opisane w szeregu artykułów, m.in. autorstwa prof. S. Bednarka z Uniwersytetu Łódzkiego, powstały dalsze materiały wideo *Fizyka zabawek*⁶.

W kolejnych edycjach wirtualnych eksponaty zostały dokładniej opisane na stronach internetowych Pomorskiej Akademii Pedagogicznej⁷ oraz na serwerze zagranicznym w dwóch wersjach językowych⁸. Jednocześnie dość niespójna pierwotna wystawa oparta na zbiorach prof. V. Zanettiego zaczyna rozwijać się w oddzielne tematyki⁹ oraz zostaje przedstawiona tak w formie wirtualnej, jak i obiektowej na międzynarodowych kongresach dydaktyki fizyki¹⁰.

Wiele z prezentowanych w kraju podobnych wystaw nie wносиło jednak postępu *merytorycznego* do tematyki wystaw interaktywnych. Z tego to powodu na kolejnym Zjeździe PTF, we wrześniu 2003 roku w Gdańsku zaprezentowano trzy wystawy pozornie podobne, z trzema różnymi *paradygmatami* działania. Było to niejako przygotowanie do rozdziału funkcji wystaw według triady zaprezentowanej w rozdziale III: **zabawa ↔ dydaktyka ↔ odkrycie naukowe**. Trzy wystawy, mające oddzielnych kuratorów¹¹ zostały przedstawione w trzech różnych salach na terenie Wydziału Matematyki i Fizyki Uniwersytetu Gdańskiego.



Fot. 7.4. Wystawa „202 lata ogniwa Volty” na XXXVII Zjeździe Fizyków Polskich w Gdańsku – środowiskowe laboratoria dydaktyczne: **a)** elektromagnetyzm – przykłady lewitacji magnetycznej w układach o różnych więzach ; **b)** zestaw doświadczeń z elektrostatyki. (Fot. A. Okoniewska)

⁶ W. Niedzicki, *Fizyka zabawek*, Ambernet, 1999.

⁷ G. Karwasz i in., *Fizyka i zabawki*, PAP, Słupsk, 1998–2004, administrator A. Krzysztofowicz, <http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki/>.

⁸ <http://www.karwasz.it/toys/intro/main-fr> (30.12.2011).

⁹ G.P. Karwasz, T. Wróblewski, V. Zanetti, *Toys in Physics*, INFM Meeting, National Congress on the Physics of Matter, Genova, 12.16.06.2000, Abstracts, s. 326.

¹⁰ A. Okoniewska, D. Pliszka, G.P. Karwasz, *Multimedia Tools in Teaching Science*, Eur. Workshop „Science and Mathematics Teaching for the Information Society”, UMK Toruń, 19–22.07.2000, Book of Abstracts, 261. A. Kurowska, T. Wroblewski, G.P. Karwasz, *Toys in Physics*, tamże, s. 285.

G. Karwasz, W. Niedzicki, A. Okoniewska, E. Rajch „*Multimedia Tools in Teaching Physics*”, II International GIREP Seminar „Quality Development in Teacher Education and Training”, Udine, 1-6.09.2003, Book of Abstracts, University of Udine, s. 69.

¹¹ Wystawę „Fizyka dla nauczycieli” prowadził dr M. Brozis i Koło Naukowe Fizyki Akademii Pedagogicznej w Słupsku „Tetrakis”, wystawę „202 lata ogniwa Volty” prowadziła mgr A. Okoniewska, doktorantka autora, wystawę „Na ścieżkach fizyki współczesnej” prowadzili autor i dr T. Wróblewski.

Wystawy w Gdańsku w 2003 roku miały dwie różne grupy odbiorców: uczniów, osoby indywidualne, zwiedzające wystawy pobieżnie, i nauczycieli, którzy rezerwowali czas wizyty z grupami szkolnymi z wyprzedzeniem. Z uwagi na ten dualizm, opisy eksponatów miały „awers” i „rewers”. Pierwszy, prosty, miał na celu przykuć uwagę zwiedzającego; drugi – pogłębiony, był adresowany do nauczyciela, zob. poniższy przykład.

Tresura jo-jo

AWERS

Nawijamy sznurek na szpulkę i trzymając za wolny koniec sznurka, upuszczamy swobodnie szpulkę. Szpulka, spadając, rozwija sznurek, co powoduje, iż wprowadzana jest w **ruch obrotowy**. Po całkowitym rozwinięciu się sznurka wspina się do góry, nawijając się z powrotem na sznurek. Spadanie i podnoszenie się jojo powtarza się cyklicznie, lecz za każdym razem szpulka wznosi się na coraz to mniejszą wysokość. Cała seria „wzlotów i upadków” trwać będzie jedynie kilka sekund.

Jeśli chcemy, by jo-jo „wracało do ręki”, powinniśmy nadać szpulce pewną prędkość początkową oraz w momencie całkowitego rozwinięcia sznurka pociągnąć sznurek ku górze.

„Tresura” jo-jo pozwoli nam na zapoznanie się z **zasadą zachowania energii** oraz zgłębienie zagadnień związanych z **kinematyką i dynamiką ruchu obrotowego**.

(i wyjaśnienie dla nauczyciela) REWERS

Bardziej „naukowo” jo-jo nazywane jest **wahadłem Maxwella**. Oryginalność tej zabawki polega na szczególnym *podziale* energii między **energię kinetyczną ruchu postępowego** i **ruchu obrotowego**. Dla przykładu, energia ruchu postępowego toczącego się walca wynosi $\frac{1}{2}mv^2$, a energia ruchu obrotowego $\frac{1}{4}mv^2$, czyli połowę.

W jo-jo, dzięki małemu promieniowi wewnętrznej szpulki, ta *partycja* jest inna – zakładając, że promień szpulki wewnętrznej wynosi $\frac{1}{2}$ promienia zewnętrznego (i równomierny rozkład masy), energia ruchu obrotowego jest większa (o czynnik 2) niż energia ruchu postępowego.

Występowanie energii ruchu obrotowego powoduje, że spadek ciała jest wolniejszy niż punktu materialnego. W przypadku punktu materialnego spadającego z wysokości h prędkość ta wynosi dla walca pełnego $v = \sqrt{\frac{4gh}{3}}$, dla jo-jo o podanych rozmiarach $v = \sqrt{\frac{2gh}{3}}$, czyli nieco więcej niż połowę prędkości $v = \sqrt{2gh}$ dla punktu materialnego.

Pokazane jo-jo ma jeszcze jedną cechę – zawiera w środku układ elektroniczny wytwarzający dźwięk i światło. Układ jest włączany przez styki reagujące na **siłę odśrodkową**. Puść jo-jo powoli – zacznie grać w najniższym punkcie, w momencie szarpnięcia w górę, kiedy do siły odśrodkowej dodaje się siła wywierana przez sznurek. W ten sposób „mierzymy” wartość siły w **impulsie**, zgodnie ze wzorem, że popęd jest równy zmianie pędu

$$Ft = 2mv$$

1) Wyjaśnienie, jaka jest „dokładna” wartość siły działającej występującej w powyższym równaniu, jest trudne. Za pomocą jo-jo można ją bezpośrednio zmierzyć tę. Styki układu elektronicznego składają się z małej masy umieszczonej na sprężynie; regulując odległość styków (wydłużenie sprężyny), można wybierać wartość siły włączającej układ.

2) Zawieszając jo-jo na sprężynie lub gumce, można pokazać, że przy tej samej zmianie pędu, jeśli wydłuża się czas (droga) „zderzenia”, maleją działające siły. Na tej zasadzie giętkie karoserie samochodów są bezpieczniejsze niż sztywne.

Siły włączające jo-jo są typowymi **siłami pozornymi** (bezwładności), jako że poruszające się jo-jo nie jest **układem inercyjnym**.