

# Komputerowe wspomaganie nauczania fizyki

W.Dobrogowski, A.Maziewski  
Zakład Fizyki Magnetyków, Instytut Fizyki Doswiadczalnej,  
Uniwersytet w Białymstoku.

11 lipca 2003

## 1 Wstęp

W ostatnim okresie widoczny jest dynamiczny rozwój technologii informacyjnej i komunikacyjnej. Szkoły oraz uczniowie, studenci mają już często niezły dostęp do sprzętu komputerowego, do Internetu. Istnieje duża szansa wykorzystania tych nowych możliwości w nauczaniu fizyki. W pracy główny akcent zostanie położony na wykorzystaniu komputera jako „superprzyrządu” do wykonywania prostych doświadczeń. Podejmowana jest obecnie, przy finansowym wsparciu MENiS, pilotażowa akcja tworzenia szkolnych mini-laboratoriów bazujących na tych superprzyrządach. Na XXXVII ZFP planowana jest, jako impreza towarzysząca dostępna przez cały czas trwania Zjazdu, prezentacja komputerowo wspomaganym eksperymentów.

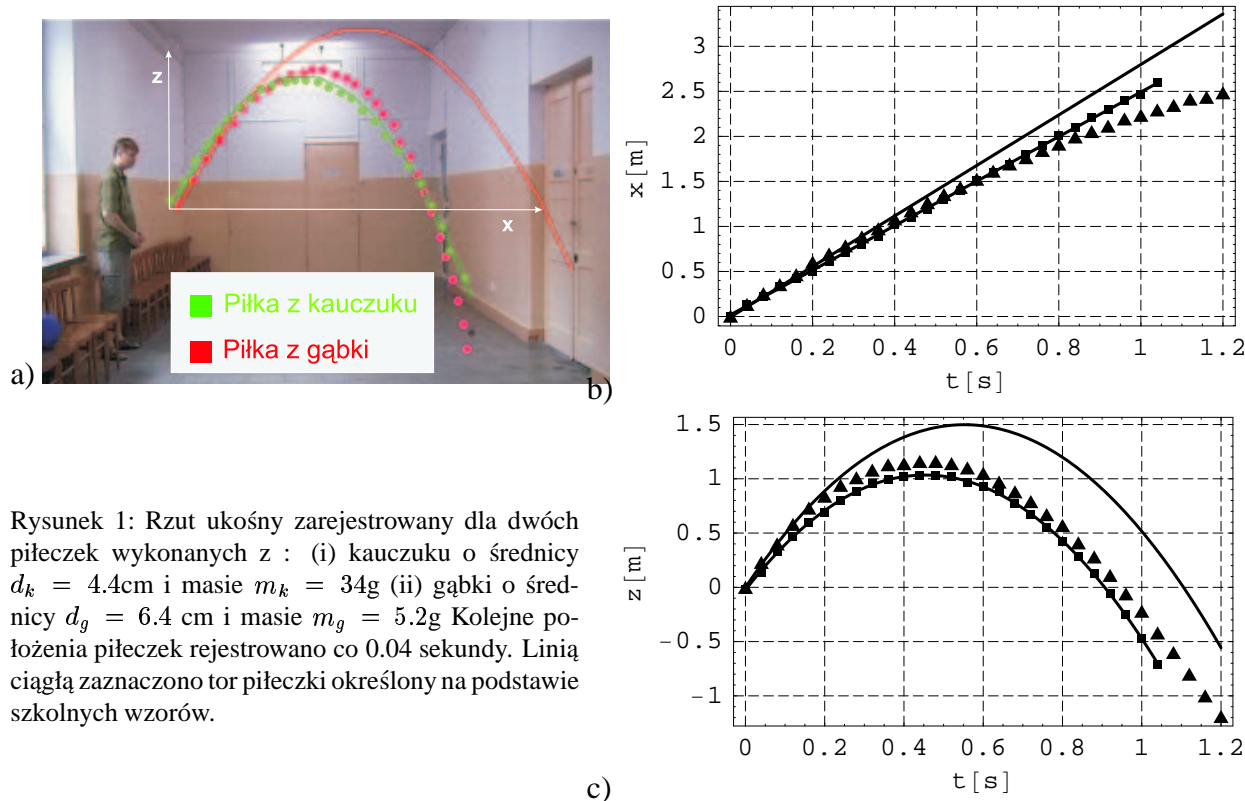
## 2 Wirtualne światy

Traktując szerzej problem komputerowego wspomaganie nauczania należy pamiętać również o istotnej roli symulacji komputerowych i dostępnych przez Internet materiałów multimedialnych. Oprogramowanie pozwalające na badanie sztywnych modeli fizycznych, tworzenie własnych czy oglądanie animacji/ewolucji różnych procesów stanowi niezaprzeczalną jakość w przekazie wiedzy. Istotnym przełomem w dziedzinie symulacji stało się wykorzystanie Internetu jako „nośnika” dla programów napisanych w języku Java (na dzień dzisiejszy także innych). Pojawienie się stron WWW uzupełnionych o interaktywne modele przedstawiające układy fizyczne w połączeniu z globalnym i nieograniczonym dostępem zapewnianym przez ogólnoswiatową sieć komputerową stworzyło zupełnie nowe możliwości. Obecnie w Internecie możemy spotkać „wirtualne laboratoria”, niejednokrotnie w wielu wersjach językowych (np. <http://www.walter-fendt.de/ph14pl/>, <http://tempac.fuw.edu.pl/erka/>). Istnieją też strony zawierające mnóstwo zdjęć czy filmów video ilustrujących różnorodne zjawiska fizyczne (np.: [http://physics.uwb.edu.pl/ptf/ciekawe\\_doswiadczenia.html](http://physics.uwb.edu.pl/ptf/ciekawe_doswiadczenia.html)) lub **symulujących** wykonywanie doświadczeń (np.: <http://micro.magnet.fsu.edu/-mikroskop-wirtualny>). Powyższe rozwiązania traktowane jako środki dydaktyczne wykorzystywane są też przez twórców „multimedialnych” podręczników, którzy załączają do książek odpowiednie oprogramowanie czy tworzą strony WWW korelowane z treściami podręczników.

## 3 Eksperymenty z wykorzystaniem komputera multimedialnego

Współczesny „domowy” komputer ma duże możliwości generacji, rejestracji i analizy : (i) sygnałów akustycznych dzięki wyposażeniu w kartę dźwiękową, mikrofon, głośniki oraz (ii) obrazów

korzystając z różnego typu kamer. Karta dźwiękowa umożliwia ilościową analizę otaczającego nas świata dźwięków, poznania relacji np. pomiędzy częstotliwością dźwięku i rozmiarami geometrycznymi wydających je ciał, sprawdzenia pięknej relacji Pitagorasa opisującej wibrujące struny wydające harmoniczne dźwięki. Karta jest bardzo dobrym i stosunkowo tanim przetwornikiem cyfrowo-analogowym i analogowo-cyfrowym ! Drobną przeróbką (<http://labfiz.uwb.edu.pl/labfiz/interfejsy/>) pozwala na wykorzystanie jej do pomiaru natężenia światła, temperatury,....



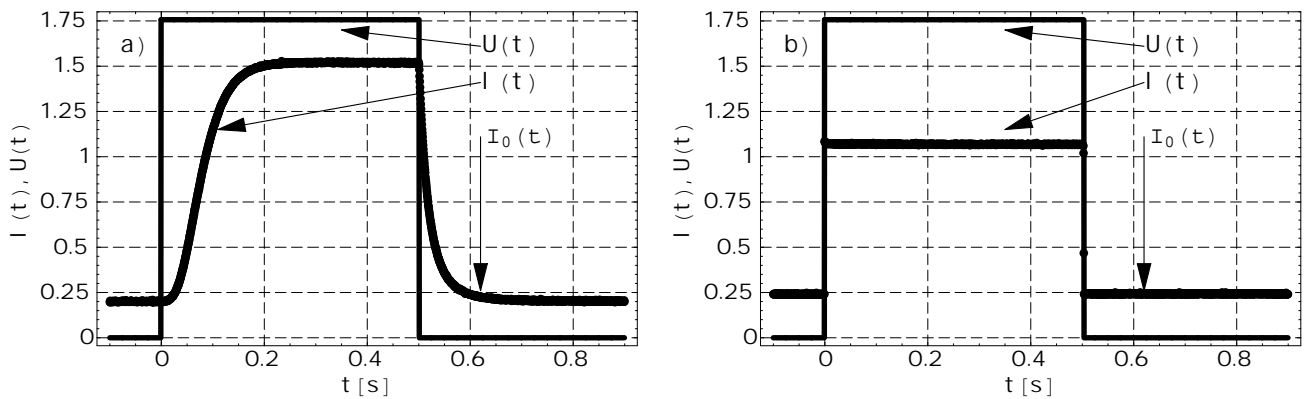
Rysunek 1: Rzut ukośny zarejestrowany dla dwóch piłeczek wykonanych z : (i) kauczuku o średnicy  $d_k = 4.4\text{cm}$  i masie  $m_k = 34\text{g}$  (ii) gąbki o średnicy  $d_g = 6.4\text{cm}$  i masie  $m_g = 5.2\text{g}$  Kolejne położenia piłeczek rejestrowano co 0.04 sekundy. Linia ciągłą zaznaczono tor piłeczki określony na podstawie szkolnych wzorów.

Techniki wideo stosowane są od wielu lat w nauczaniu. Wykorzystanie komputera z kamerą oraz Internetu istotnie zwiększa możliwości zastosowania analizy obrazów w nauczaniu. Na rysunku 1 przedstawione są wyniki, tak często analizowanego w szkole eksperymentu: „Rzut ukośny”, zrealizowanego dla piłeczek o różnej gęstości. Tor piłeczki kauczukowej (kwadraty) jest dobrze opisany szkolnymi wzorami opisującymi krzywe  $z(x)$ ,  $x(t)$  i  $z(t)$ . Analiza jej położenia  $z(t)$  pozwala na określenie przyspieszenia ziemskiego z dokładnością rzędu 5 %. W przypadku piłeczki z gąbki (trójkąty) widoczny jest wpływ oporu powietrza na jej ruch. Porusza się ona po torze balistycznym.

## 4 Komputer z interfejsem pomiarowym

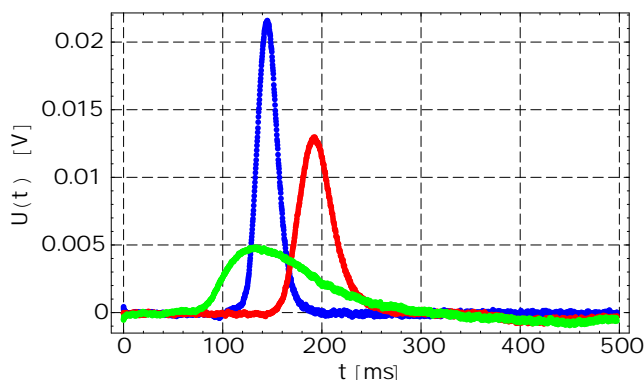
W dalszej części pracy omówione są wyniki doświadczeń wykonanych z wykorzystaniem prostego interfejsu komputerowego z sondami i oprogramowania - wyposażenia, które mamy nadzieję wkrótce wzbogaci szkolne minilaboratoria przyrodnicze. Opisy wielu komputerowo wspomaganých doświadczeń można znaleźć np. w książkach [1- 3]. Dalej przedstawione są wyniki dwóch prostych doświadczeń wykonanych z wykorzystaniem interfejsu UIB z oprogramowaniem IPCoach4 (<http://www.cma.science.uva.nl/>).

Sonda - detektor światła pozwala dokonać analizy zmienności czasowej natężeń różnych otaczających nas źródeł światła np. lampki nocnej, świetlówki, monitora komputerowego. Rysunek 2



Rysunek 2: Zależność od czasu natężenia impulsu światła  $I(t)$  wywołanego impulsem napięcia  $U(t)$  przyłożonego do a) żarówki ; b) diody świecącej.

ilustruje zmiany natężenia światła  $I(t)$  wywołane impulsem napięcia  $U(t)$  przykładanego do żarówki i diody świecącej.  $I_0$  jest natężeniem oświetlenia otoczenia. Widoczne jest wyraźne opóźnienie emisji światła żarówki w stosunku do przyłożonego do niej napięcia. Dodatkowy pomiar prądu płynącego przez żarówkę pozwala na określenie zmiany jej oporu, który łatwo jest powiązać ze zmianą temperatury włókna. Taki prosty eksperyment otwiera szeroką gamę problemów związanych z „fizyką żarówki”.

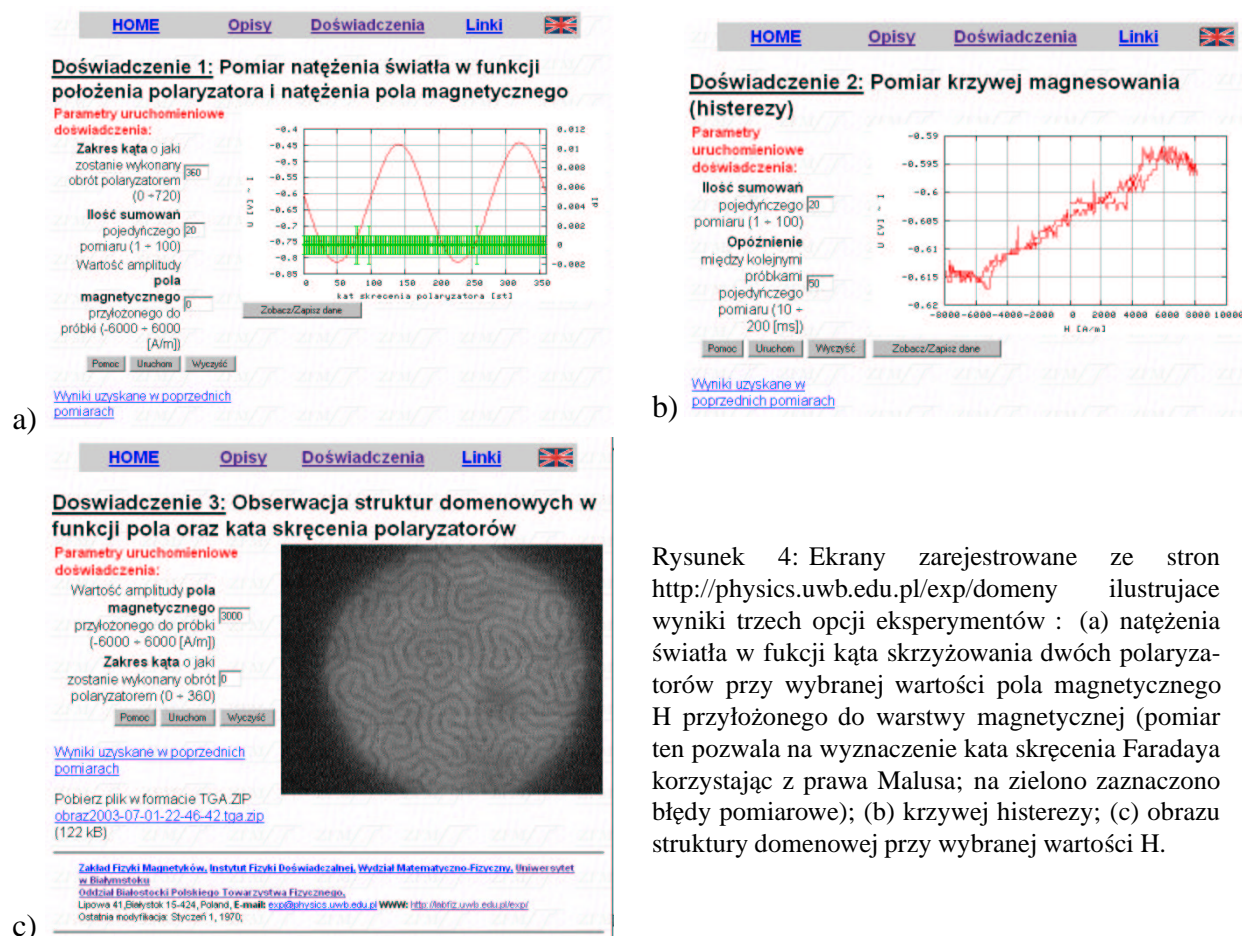


Rysunek 3: Zależność od czasu napięcia  $U(t)$  na cewce detekcyjnej  $C_D$  wrywanej z różną prędkością znad powierzchni większej cewki z prądem.

Mała cewka - detekcyjna  $C_D$  może być wykorzystana do konstrukcji „szkolnego teslomierza” poprzez wykorzystanie prawa indukcji Faradaya. Taką cewkę tą umieszcza się w obszarze pomiaru pola  $H$  a następnie wrywa się ją (szybko przemieszcza) do obszaru w którym pole jest zaniebyszalnie małe. Rejestrowane jest napięcie  $U(t)$  w czasie tego wrywania. Tego typu rozwiązania stosowane były dawniej w teslomierzach (konkurujących z konstrukcjami wykorzystującymi sondy bazującymi na efekcie Halla) z elektronicznym całkowaniem  $U(t)$ . W proponowanym „szkolnym teslomierzu” całkowanie to wykonuje się numerycznie, np. oprogramowanie COACH pozwala na odczyt pola powierzchni pod krzywymi  $U(t)$  - całki z zakresu czasu wybranego kursorami. Na rysunku 3 zarejestrowano  $U(t)$  wrywając z różną prędkością cewkę  $C_D$  z tego samego obszaru z polem  $H$  wytwarzanym przez większą cewkę z prądem  $C_P$ . Uzyskiwana jest kilkunastoprocentowa powtarzalność wyznaczania pól powierzchni - pola  $H$ . Gama kolejnych eksperymentów (np. analiza rozkładu pola wokół cewki, wpływ natężenia prądu płynącego w cewce, rozmaitych rdzeni na to pole, ...) zależy od inwencji eksperymentatora.

## 5 Rzeczywiste doświadczenia dostępne przez Internet

Szkolne interfejsy pomiarowe pozwalają również na uruchomienie bardziej złożonych układów doświadczalnych, które można dzięki Internetowi udostępnić na odległość. Przykładowe, rzeczywiste a nie wirtualne doświadczenie znajdują się na stronie <http://physics.uwb.edu.pl/exp/domeny/>. Dostępne są trzy opcje eksperymentów (rys.4) pozwalających na badanie procesów magnesowania, właściwości magnetycznych struktur domenowych z wykorzystaniem technik optycznych. Czwarta opcja pozwala na uwiarygodnienie realności wykonywanego eksperymentu poprzez rejestrację otoczenia układu pomiarowego. Możliwe, że zostanie w przyszłości udostępniona przez różne ośrodki, poprzez Internet, większa gama doświadczeń adresowanych do uczniów, studentów ??



Rysunek 4: Ekrany zarejestrowane ze stron <http://physics.uwb.edu.pl/exp/domeny> ilustrujące wyniki trzech opcji eksperymentów : (a) natężenia światła w funkcji kąta skrzyżowania dwóch polaryzatorów przy wybranej wartości pola magnetycznego H przyłożonego do warstwy magnetycznej (pomiar ten pozwala na wyznaczenie kąta skręcenia Faradaya korzystając z prawa Malusa; na zielono zaznaczono błędy pomiarowe); (b) krzywej histerezy; (c) obrazu struktury domenowej przy wybranej wartości H.

## Literatura

- [1] „Pomiary fizyczne za pomocą komputera”, red. H. Szydlowski (Wyd. UAM, Poznań 1999).
- [2] „Fizyczne Laboratorium Mikrokomputerowe”, red. H. Szydlowski (IF UAM, Poznań 1994)
- [3] „Fizyka z komputerem”, red. J.Turło, UMK, Toruń 1996.