

## MATERIAŁY XXXVII ZJAZDU FIZYKÓW POLSKICH

GDAŃSK, 15 – 18 WRZEŚNIA 2003



GDAŃSK 2003

### Fizyka jako nauka jakościowa

G. Karwasz

*Institut Fizyki, Pomorska Akademia Pedagogiczna,  
ul. Arciszewskiego 22b, 76-200 Słupsk,  
Wydział Fizyki, Uniwersytet w Trydencie,  
I-38050, Włochy*

„Reforma” szkolna – polegająca na skróceniu liceum do 3 lat i wprowadzeniu 3-letniego gimnazjum – stwarza szczególne trudności w nauczaniu przedmiotów wymagających ciągłości programowej, w rodzaju historii, matematyki lub fizyki. Toczy się dyskusja, czy uczyć fizyki „miło, łatwo i przyjemnie” – multimedialnie i zabawkowo, czy też w sposób tradycyjny – matematyczno-pomiarowy. Niestety, tendencje systemów edukacyjnych w Europie – dwustopniowy system studiów wyższych, niedoinwestowanie laboratoriów, brak grup kulturotwórczych, zajmujących się nowymi treściami, a nie tylko formami dywulgacji nauki – nie rokują najlepiej również na przyszłość. Istnieje konieczność poszukiwania nowych metod dydaktycznych – pozwalających na przekazanie zasadniczych treści fizycznych w skróconym wymiarze godzin oraz nowych środków – tanich, dostępnych i atrakcyjnych wizualnie.

Dobór właściwych środków dydaktycznych jest tym bardziej trudny, że ceny gotowych zestawów pokazowo-pomiarowych na poziomie szkoły średniej, oferowane np. przez firmy amerykańskie są rzędu kilku miesięcznych pensji, czyli nie przekraczają możliwości finansowych administratorów szkolnictwa. Są to jednak zestawy „pod klucz”, korzystające z sensorów podłączonych do komputera, z automatycznym oprogramowaniem wyniku, niosące ryzyko, że zatraci się *realność* pomiaru fizycznego. Z drugiej strony, próba wprowadzenia we włoskich (5-letnich) liceach pomiarów laboratoryjnych, np. okresu wahadła za pomocą ręcznego stopera itd., zakończyła się fiaskiem – uczniowie, nie dysponując odpowiednim aparatem pojęciowym i matematycznym w zakresie statystyki nie potrafią wyciągać prawidłowych wniosków.

Współorganizując jedną z corocznych wystaw dydaktycznych w Trento („Od Demokryta do kwarków”) miałem okazję zapoznania się z tzw. równią Galileusza – długą belką z zawieszonymi nad nią dzwoneczkami. O ile „tradycyjne” nauczanie prawa ruchu jednostajnie przyspieszonego polega na pomiarze położenia w zadanych odstępach czasu, w równi „Galileusza” dzwonki są *a priori* rozłożone w odstępach  $t^2$  – regularność ruchu staczającej się kuli zauważa się więc „na ucho”. Podobnie, do pokazania izochronizmu wahań, niepotrzebny jest stoper a wystarczą dwa wahadła, o długościach  $l$  i  $4l$ . Legenda głosi, że Galileusz stwierdził izochronizm, obserwując zwisający kandelabr w katedrze w Pizie i mierząc czas za pomocą pulsu. Prawa spadku swobodnego Galileusz dyskutował w „doświadczeniach” myślowych, ale mieszkał przy wieży, wysokiej na 60 metrów, mającej siedem kondygnacji i już wówczas krzywej. Na dzisiejszy standard, taki pomiar byłby jakościowy, co nie zmienia prawidłowości wniosków Galileusza.

Obserwacja zadrukowanej kartki papieru przez warstwę oleju z bańkami powietrza w środku, działającymi jako soczewki *rozpraszające*, dostarcza więcej informacji o *sensie fizycznym* optyki geometrycznej (roli względnego współczynnika załamania  $n_1/n_2$ , promienia krzywizny, przybliżenia cienkich soczewek, promieni para-aksjalnych, aberracji sferycznych itd.) niż „dokładny” pomiar ogniskowej. Szczegółowiej: 1) niezliczone symulacje komputerowe pozwalają na rozwiązanie problemu soczewek, ale bez wnikania w naturę procesu; 2) znaki  $p$  i  $q$  w równaniu Newtona zależą od przyjętych konwencji, trudnych do zapamiętania – równanie staje się więc tylko ćwiczeniem arytmetycznym; 3) nie-wiedza natomiast, że lustro wypukłe „oddala”, prowadzi do wypadku samochodowego w czasie wyprzedzania.

Pomiar współczynnika tarcia statycznego za pomocą stosika klocków ma niemniejszą wartość dydaktyczną, jak użycie równi ze szlifowanego aluminium i komputera, natomiast wyjaśnienie praw tarcia Leonarda da Vinci, w oparciu o wiedzę współczesnego fizyka, nie jest łatwe i nadal pozostaje *jakościowe*.

Wykorzystując więc łatwość symulacji i pomiaru komputerowego, a w warunkach konieczności ograniczania godzin, nauczanie fizyki może opierać się na bezpośrednim, choć *jakościowym* pokazie prostych doświadczeń i zabawek,

ale o ile stoją za nimi, na głębszym poziomie, dodatkowe, ścisłe wyjaśnienia. W tej sytuacji, fizyka obliczeniowo-komputerowa nie jest alternatywą dla fizyki „zabawkowej” i „internetowej”, ale jej niezbędnym partnerem.