

Laboratorium w domu

Mgr Krzysztof TABASZEWSKI

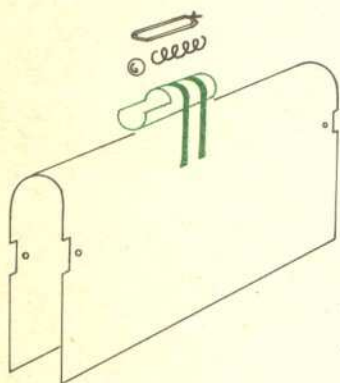
RUCH BEZ TARCIA W NASZYCH SZKOŁACH



Fot.



Fot. 1



Rys. 1

W listopadowym numerze Delt z roku 1976 zamieściliśmy opis budowy toru powietrznego do doświadczeń z mechaniki.

Przyjemnie jest donieść Wam, że w kilku szkołach zbudowane według tego opisu tory już działają.

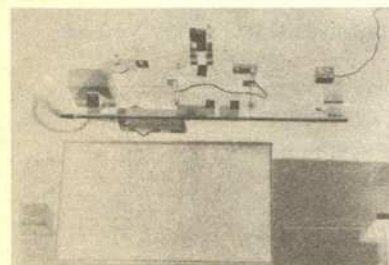
Pierwsi przysłali opis swojego toru i opis wielu ciekawych doświadczeń uczniowie klasy IIa, Tomasz Fijałkowski i Henryk Jankowski, oraz uczeń klasy I, Włodzimierz Słubik, z Zespołu Szkół Elektrycznych w Łodzi. Ich nauczycielem jest mgr Edward Paszke. Tor wykonany przez nich to rura o średnicy zaledwie 22 mm, mimo to unosi wózki o ciężarach 190 G i 380 G. Ciekawie rozwiązana jest konstrukcja zderzaków przy końcach toru (fot. 1): guma modelarska napięta jest na łącznikach krzyżakowych zamocowanych od tych samych statywów, które podtrzymują tor. Wózek przebywa tor, odbijając się sprężystością od jego końców, około 40 razy. Pod torem rozpięta jest taśma z podziałką, a do wózków przyklejone są strzałki. Jest to bardzo dobry pomysł, umożliwi prowadzenie dokładnych badań ruchu wózków. W doświadczeniach, w których trzeba zaobserwować jednocześnie uderzenia wózków o końce toru (zasada zachowania pędu), łodzinie proponują zawiesić dźwiczące blaszki na gumie zderzaków. Do demonstrowania zjawiska odrzutu proponują prosty przyrząd wykonany z plastikowego opakowania po tabletkach i przyklejony klejącą taśmą do grzbietu wózka (rys. 1). W rurce znajduje się kulka i ściśnięta przez nią sprężyna. Do spowodowania wystrzału musimy oczywiście nie przepalić. Dobrze byłoby chyba zamocować urządzenie pod rurą wewnątrz wózka tak, aby siła przyspieszająca wózek działała na wysokości jego środka ciężkości. Wewnątrz rurki można umieścić nabój używany do otrzymania wody sodowej w syfonie. Start następuje po przebiciu korka ołowianego grubą igłą uderzoną młotkiem.

Pan mgr Edward Paszke pisze do nas: „wiele artykułów zamieszczonych w miesięczniku Delta nauczyciel fizyki może wykorzystać w praktyce szkolnej. Propozycja zbudowania toru powietrznego jest idealnym zadaniem zespołowym dla uczestników koła fizycznego [...] sądzę, że często jeszcze w Delcie spotkamy opisy równie ciekawych przyrządów”.

Fot. 2 przedstawia tor wykonany przez uczniów Technikum EMZN im. M. Kasprzaka w Warszawie — Stefana Sandomierskiego i Jarosława Wyrzykowskiego. Nauczycielem ich jest mgr Zbigniew Chmielewski, pod którego kierunkiem uczniowie tej szkoły wykonali komplet pomocy do eksperymentalnego programu fizyki. Jarek i Stefan nawiązali kontakt z Zakładem Dydaktyki Fizyki w Warszawie i do zbudowanego toru, na podstawie dostarczonego im modelu, wykonali urządzenia do pomiaru prędkości wózków poruszających się po torze. Na fot. 2 widoczne są bramki z żarówkami i fotoelementami, wzmacniacz i urządzenie zapisujące czas na taśmie papierowej.

Do wózków przyklejone są kartoniki zasłaniające światło. Czas jest w tym urządzeniu mierzony z dokładnością do 0,01 s. Tor ich wzorowany jest na modelu, którego zdjęcie było zamieszczone w numerze 11/1976. Na końcu toru umocowany jest bloczek umożliwiający przyspieszanie wózków ciężarkami umieszczonymi na nici. Dzięki ich pracy szkoła, do której chodzi, jest pierwszą w Polsce, która posiada tego rodzaju urządzenie.

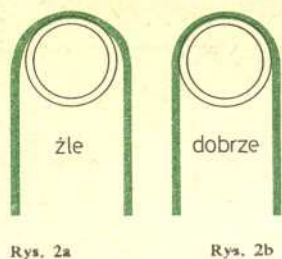
Uczniem warszawskiej szkoły (Technikum Mechaniczne nr 3) jest Paweł Serżysko, który wykonał tor przedstawiony na fot. 3. Nauczycielką fizyki w tej szkole jest mgr Irena Kosieradzka. Paweł chodzi do klasy IV, jest modelarzem i podobne prace bardzo go interesują. Zderzaki na końcach toru posiadają tak długą gumę, ponieważ służą również do wystrzeliwania wózka (tak jak z procy) w celu znalezienia zależności między prędkością wózka a jego energią kinetyczną (zastanówcie się, ile razy wzrośnie prędkość wózka, jeżeli wystrzelimy go przy pomocy 4 gum zamiast jednej?). Paweł obecnie pracuje nad fotoelektrycznym urządzeniem do pomiaru prędkości wózków.



Fot. 2



Fot. 3



Rys. 2a

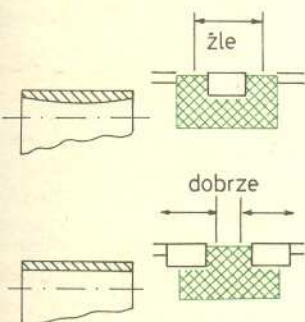
Rys. 2b

Z Chorzowa przyjechali do Zakładu Dydaktyki Fizyki w Warszawie uczniowie, Edward Żoźna, Bogusław Palian i Roman Szyja. Przyjrzeni się konstrukcji naszych torów i sami zbudowali nie gorszy, przedstawia go fot. 4. Zacytuję kilka zdań z ich listu: „Przed kilkoma dniami skończyliśmy budowę toru powietrznego. Wykonany przez nas tor przewyższył nasze oczekiwania co do swej sprawności. [...] Wózek mały o wymiarach $n = 140$ mm, $l = 200$ mm wykonał 80 przebiegów, a wózek o masie podwojonej 100 przebiegów. Przy zastosowaniu rury o większej średnicy otworków (1,1 mm) ilość przebiegów wózków zmalała o ok. 10%. Rura ma średnicę 30 mm. Statywy wykonaliśmy ze stalowych klocków wspartych na żeliwnych trójnogach statywów szkolnych. Na wykonanym torze sprawdziliśmy wszystkie zaproponowane w Delcie ćwiczenia i chcieliśmy zaproponować kilka innych”.

Tu następuje opis doświadczeń sprawdzających zasady dynamiki i doświadczenie, w którym badany jest ruch harmoniczny. „Do wykonanego przez nas toru chcieliśmy zastosować urządzenia do pomiaru prędkości wózków i w związku z tym, o ile by to było możliwe, prosilibyśmy o przesłanie schematu ideowego i montażowego. Do listu dołączamy zdjęcie wykonanego przez nas toru (Fot. 4). Pracę wykonaliśmy pod kierunkiem nauczyciela fizyki, mgr Marii Kowalczyk”. Urządzenie, o którym piszecie, warto zbudować i w najbliższych numerach Deltę zamieścimy jego opis.

Uczniowie z Łodzi piszą, że mieli pewien kłopot z uzyskaniem właściwego kształtu wewnętrznej powierzchni wózka, dlatego podajemy kilka dodatkowych rad dla tych, którzy dopiero teraz rozpoczynają budowę. Rys. 2b przedstawia dobrze ukształtowany wózek. Prawidłowy kształt uzyskujemy używając stalowego lub mosiężnego pręta o średnicy wewnętrznej rury, na którym drewnianym młotkiem usuwamy nierówności wózka. Po tej operacji wózek powinien już poruszać się po torze. Dla uzyskania lepszych wyników konieczne trzeba wewnętrzną powierzchnię wózka dotrzeć w następujący sposób: na przecię lub rurze o średnicy mniejszej od średnicy toru o 1–2 mm zawieszamy papier ścierny (najlepiej obciążony u dołu imadłem). W razie potrzeby podkładamy pod papier ścierny tyle warstw kartonu, ile potrzeba do uzyskania średnicy rury toru. Wózek docieramy tak, jak przedstawia to rys. 3b. Sposób przedstawiony na rys. 3a jest zły. Wózki można wykonać nie tylko z miękkiej blachy aluminiowej, ale i z miedzianej, stalowej, a nawet z drzewa. Warto wtedy użyć rury na tor o średnicy 40–50 mm.

Życzymy powodzenia w pracy! W razie kłopotów napiszcie. A może skonstruujecie inny, lepszy tor?



Rys. 3a

Rys. 3b



Rozwiązanie zadania F 45

Przede wszystkim zauważmy, że spośród różnych wielkości, które mogłyby charakteryzować nadwyżkę ciśnienia Δp w bańce mydlanej nad ciśnieniem atmosferycznym, w grę wchodzi tylko: promień bańki r i napięcie powierzchniowe σ . Napięcie powierzchniowe ma wymiar [siła]/[długość], zaś wymiarem promienia jest oczywiście [długość]. Jedynym wyrażeniem o wymiarze ciśnienia, które z wielkości tych można zbudować, jest

$$A \frac{\sigma}{r},$$

gdzie A jest jakąś stałą liczbową (bezwymiarową). Wynika stąd, że im większy promień bańki, tym nadwyżka ciśnienia Δp musi być mniejsza. Zatem błonka oddzielająca bańki musi być skierowana swą wypukłością w kierunku bańki o większym promieniu, a więc tak, jak na rysunku w tekście zadania.

W stanie równowagi nadwyżka ciśnienia w bańce o mniejszym promieniu jest równa sumie nadwyżki ciśnienia w bańce o większym promieniu i dodatkowego ciśnienia pochodzącego od zakrzywionej błonki pośredniej.

Mamy więc

$$A \frac{\sigma}{r_2} = A \frac{\sigma}{r_1} + A \frac{\sigma}{r_{12}},$$

Stąd

$$\frac{1}{r_{12}} = \frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}.$$

Dla $r_1 = r_2$ błonka między bańkami jest płaska ($r_{12} = \infty$). Gdyby r_1 było mniejsze niż r_2 , to r_{12} byłoby ujemne — w tym wypadku błonka pośrednia byłaby zwrócona wypukłością w przeciwną stronę niż na rysunku.

Czytelnik zechce zwrócić uwagę na to, że wynik otrzymaliśmy zupełnie bez rachunków, korzystając jedynie z analizy wymiarowej i warunków równowagi.